



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

**ARTO KÖLIÖ**  
**BETONILÄHIÖIDEN JULKISIVUJEN TEKNINEN**  
**KORJAUSTARVE**

Diplomityö

Tarkastajat: professori Matti Pentti,  
erikoistutkija Jukka Lahdensivu  
Tarkastajat ja aihe hyväksytty  
Rakennetun ympäristön  
tiedekuntaneuvoston  
kokouksessa 8. joulukuuta 2010

# TIIVISTELMÄ

## TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

**KÖLIÖ, ARTO:** Betonilähiöiden julkisivujen tekninen korjaustarve

Diplomityö, 74 sivua, 36 liitesivua

helmikuu 2011

Pääaine: Rakennesuunnittelu

Tarkastajat: professori Matti Pentti, erikoistutkija Jukka Lahdensivu

Avainsanat: betonijulkisivut, vaurioitumisen mallintaminen, kuntotutkimus, korjaustarve, kiinteistönhallinta

Suomessa on rakennettu 1960-luvulta lähtien yhteensä 44 miljoonaa neliometriä betonielementtijulkisivuja. Aikavälillä 1965 – 1995 on rakennettu 30 000 asuinkerrostaloa, joista valtaosassa on elementtirakenteiset julkisivut ja parvekkeet. Julkisivuja korjataan aktiivisesti, ja korjauksista aiheutuvan vuosittaisen kustannuksen on vuonna 2000 arvioitu olevan 125 miljoonaa euroa. Julkisivukorjaukset voidaan luokitella pinnoituskorjauksiin, paikkauskorjauksiin ja peittäviin korjauksiin. Korjaustapa määräytyy tapauskohtaisesti julkisivun kuntotutkimuksen perusteella.

Tampereen teknillisellä yliopistolla on kehitetty betonijulkisivujen vaurioitumismalli, joka pohjautuu laajaan tietokantaan betonijulkisivujen kuntotutkimuksista. Tämä tietokanta käsittää yhteensä 947 rakennusta aikaväliltä 1960 – 1995. Vaurioitumismallin avulla voidaan määrittää keskimääräinen korjaustarve rakennusjoukossa, kun tiedetään erilaisten betonijulkisivujen määrä sekä rakennusten ikä ja sijainti. Mallissa julkisivut vaurioituvat betonin pakkasrapautumisen ja raudotteiden korroosion kautta, ja eriasteisiin korjauksiin päädytään vaurioitumisen aiheuttamien näkyvien vaurioiden laajuuden mukaan. Mallia käyttäen lasketaan aikakauden 1965 – 1995 asuinkerrostalojen betonijulkisivujen tekninen korjaustarve Helsingissä, Tampereella, Turussa, Jyväskylässä ja Oulussa. Mallin tarvitsemien lähtötietojen keräämisessä paikkakunnilta käytetään otantaa. Laskelmien perusteella tehdään arvio koko 1965 – 1995 asuinkerrostalokannan betonijulkisivujen korjaustarpeesta ja selvitetään aiheutuvat korjauskustannukset, jos korjaustapa valitaan mallin ehdottamalla tavalla.

Yleisimmät suomalaiset julkisivutyypit ovat harjattupintaiset maalatut, pesubetonipintaiset ja tiililaattapintaiset julkisivut. Laskelman mukaan lähes  $\frac{3}{4}$ :ssa julkisivuista esiintyy korjaustarpeita, mutta useimmiten vaaditut korjaukset ovat kevyitä. Julkisivuista 5 – 10 % ja parvekkeista 12 – 19 % tarvitsee raskaita korjauksia. Aikakauden 1965 – 1995 betonielementtijulkisivujen ja -parvekkeiden laskennallinen korjaustarve tällä hetkellä on 3,5 miljardia euroa. Korjaustarve kasvaa tarkastelujakson 2010 – 2050 aikana keskimäärin 1,8 % vuosittain, mikä tarkoittaa 63 miljoonan euron vuosittaisia korjauksia julkisivujen kunnon säilyttämiseksi entisellään. Verrattuna nykyisiin kustannuksiin, korjauksissa voidaan säästää huomattavasti, jos julkisivujen korjaustapa voidaan valita senhetkistä korjaustarvetta vastaavasti.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

**KÖLIÖ, ARTO:** Degradation induced repair need of concrete facades

Master of Science Thesis, 74 pages, 36 Appendix pages

February 2011

Major: Structural engineering

Examiner: Professor Matti Pentti, Research Scientist Jukka Lahdensivu

Keywords: concrete facades, degradation modelling, condition assessment, repair need, property management

In Finland there are approximately 44 million m<sup>2</sup> of concrete facades. In all 30 000 apartment houses have been built in 1965 – 1995 and majority of these buildings have prefabricated facades and balconies. These facades are repaired actively and the costs of the activities have been estimated in 2000 to be 125 million € annually. Concrete facades and balconies can be repaired by methods from mainly three different levels of extent. Lighter repairs are used in the early stages of degradation and more extensive repairs are needed as the damaging advances further. The correct method is chosen on the basis of an extensive condition assessment.

A degradation model for concrete facades and balconies has been developed from the basis of an extensive database of condition assessment information. There are in all 947 buildings in the database that age from 1960 to 1995. The aim of the model is to provide information and tools to assess the condition and repair need of buildings in a certain area. The model takes into evaluation the two major degradation mechanisms of facades in Finnish climate, corrosion of facade reinforcement and weathering of concrete. The extent of damages result in different repair measure proposals. The repair needs of apartment house facades in Helsinki, Tampere, Turku, Jyväskylä and Oulu have been calculated using this model. A sample has been gathered from each city as input data for the model. From this assessment a general repair need estimation of all Finnish apartment houses from 1965 – 1995 has been concluded.

The most common types of facades in Finnish building stock are painted brush surfaced, exposed aggregate and tile surfaced facades. According to the model repair needs occur in 3/4 of the facades. Most of the repair need can be covered with light repairs. A total of 5 – 10 % of the facades and 12 – 19 % of balconies require heavy cladding repairs. The total calculated repair need of 1965 – 1995 prefabricated concrete facades and balconies at the moment is 3.5 billion €. An annual increase of 1.8 % is estimated for the repair costs of facades during the time period 2010 – 2050. This means that with choosing the correct repair measures the degradation induced repairs of facades can be covered with an annual cost of 63 million €, which is half of the current value of facade repairs.

## ALKUSANAT

Korjausrakentaminen on kasvanut merkittäväksi osaksi nykyrakentamista. Rakennusten julkisivujen energiatehokkuuden ollessa nyt vahvasti esillä on pidettävä muistissa myös korjausrakentamisen perusasiat: Julkisivun vaurioituminen luo korjaustarpeen, ei pelkkä energiatalous. Vanhan rakennuskannan korjausten tullessa ajankohtaiseksi täytyy korjaustapa valita oikein sekä energia- että säilyvyyden näkökulmasta.

Suomessa tehdään verrattain paljon raskaita, peittäviä julkisivukorjauksia. Osa tehokasta kiinteistönpitoa on kyky hyödyntää rakennuksen elinkaari mahdollisimman pitkälle. On perusteltua kysyä ovatko kaikki raskaat korjaukset tarpeellisia, vai sittenkin varman päälle tehtyjä. Jotta rakennuksen koko elinkaari voitaisiin hyödyntää, on tunnettava hallinnoitavan rakennuskannan kunto ja vaurioitumisen eteneminen sekä omattava taito valita oikea korjaustapa oikeaan aikaan. Tehtävä on haasteellinen, mutta ei suinkaan mahdoton.

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitoksella ”Betonijulkisivujen korjausstrategiat” –projektin yhteydessä. Haluan esittää nöyrimmät kiitokseni diplomityöni ohjaajille Jukka Lahdensivulle ja Matti Pentille, jotka aktiivisesti sparrasivat kehittämiäni ajatuksia ja ovat aina valmiita keskustelemaan. Työn aihe on alusta asti ollut mielenkiintoinen ja työn edetessä kahmaissut entistä tiukemmin otteeseensa. On ollut kiehtovaa päästä mukaan tutkimaan tulevaisuuden ennustamista jonkin aineiston pohjalta ja kuinka hyvin, tai huonosti, ennustus lopulta toteutuu. Kiitos Tampereen rakennusvalvonnan arkiston väelle, eritoten Marja-Liisa Voutilaiselle ja Outi Toivoselle, jotka innostavalla osallistumisella antoivat merkittävän panoksen kattavien lähtötietojen hankintaan. Kiitos ystäväilleni ja työkavereilleni rohkaisevista kommentteista. Erityisesti kiitos Minna-Maarialleni tuesta ja ymmärryksestä. Ilman sinua olisin raunio.

Diplomityötä tehdessäni olen huomannut, että täysin valmista ei tule koskaan. Aina löytyy parannettavaa ja hyvä niin, sillä silloin elämä ei käy tylsäksi.

Tampereella 28.2.2011

Arto Köliö

## SISÄLLYS

1.	Johdanto.....	1
1.1.	Lähtötilanne .....	1
1.2.	Aikaisemmat tutkimukset .....	3
1.3.	Tutkimuksen tavoitteet ja rajausta .....	5
1.4.	Tutkimuksen toteutus .....	6
2.	Julkisivujen vaurioituminen .....	8
2.1.	Julkisivujen materiaalit .....	8
2.2.	Tyypilliset julkisivurakenteet.....	10
2.2.1.	Elementtirakentaminen .....	10
2.2.2.	Sandwich-elementti .....	11
2.2.3.	Elementtiparveke .....	12
2.3.	Betonijulkisivujen vaurioituminen .....	14
2.3.1.	Yleistä .....	14
2.3.2.	Betonin pakkasrapautuminen .....	14
2.3.3.	Raudotteiden korroosio.....	15
3.	Betonijulkisivun kuntotutkimus ja BeKo -tietokanta.....	18
3.1.	Kuntotutkimus.....	18
3.1.1.	Kuntotutkimuksen tavoite .....	18
3.1.2.	Tutkimuksen kulku ja näytteenotto .....	18
3.1.3.	Mittausmenetelmät ja laboratoriokokeet .....	19
3.2.	BeKo -tietokanta .....	20
4.	BeKo -vaurioitumismalli .....	23
4.1.	Yleiset periaatteet .....	23
4.1.1.	Tiedon käsittely .....	23
4.1.2.	Jakaumista korjausmääräksi ja määristä korjauskustannuksiksi.....	25
4.2.	Pakkasrapautuminen.....	27
4.2.1.	Muuttujat.....	27
4.2.2.	Pakkasrapautumisen tilanne .....	28
4.2.3.	Vaurioiden eteneminen .....	30
4.3.	Raudotteiden korroosio.....	31
4.3.1.	Muuttujat.....	31
4.3.2.	Korroosion määrä .....	32
4.3.3.	Korroosio julkisivupinta-alana .....	34
4.3.4.	Vaurioiden eteneminen .....	35
4.4.	Ennakointisovellus versio 2009 .....	36
5.	Työn toteutus .....	38
5.1.	Rakennuskannan inventointi.....	38
5.1.1.	Otoksen määrittely ja kerättävät tiedot .....	38
5.1.2.	Lähtötietojen hankinta .....	39

5.1.3.	Otosaineiston korjaaminen.....	43
5.1.4.	Lähtöarvot .....	45
5.2.	Ennakointisovellus versio 2010 .....	51
5.2.1.	Muutokset.....	51
5.2.2.	Vauriomekanismien yhdistäminen .....	52
5.3.	Korjaustarpeen laskenta.....	52
5.3.1.	Yleistä .....	52
5.3.2.	Tyypitalo .....	53
5.3.3.	Hintatiedot.....	54
5.3.4.	Tehdyt julkisivukorjaukset ja poistuma.....	55
6.	Julkisivujen korjaustarve .....	57
6.1.	Tulokset .....	57
6.1.1.	Yksittäisistä kaupungeista tehdyt havainnot .....	57
6.1.2.	Julkisivujen korjaustarpeet Suomessa .....	63
6.2.	Tulosten analysointi.....	65
6.2.1.	Julkisivujen korjausstrategia .....	65
6.2.2.	Tulosten luotettavuus.....	67
7.	Jatkotutkimustarpeet .....	69
	Lähteet.....	71

Liite 1: Korjaustarvelaskelmien tulokset kokonaisuudessaan (28 sivua)

Liite 2: Ennakointisovelluksen päivitysosan lähdekoodi (8 sivua)

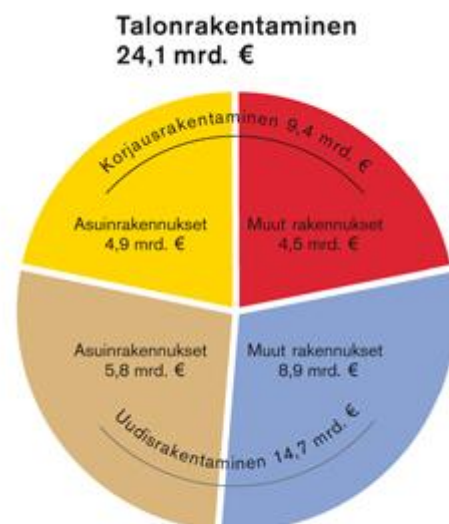
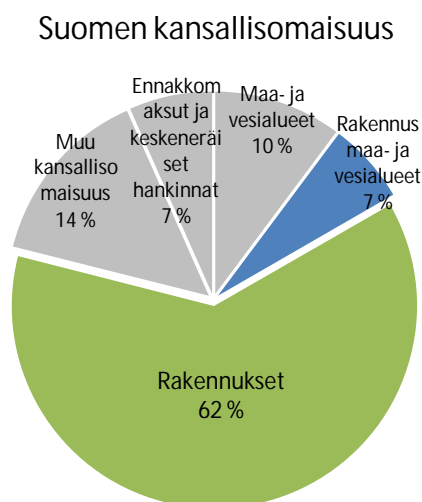
# TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

<b>Betonilähiö</b>	Lähiörakentaminen oli tyypillistä 60- ja 70-luvuilla. Kokonaisia alueita suunniteltiin ja rakennettiin yhdellä kertaa käyttäen samanlaisia työtapoja ja materiaaleja. Tässä työssä betonilähiöllä tarkoitetaan näiden, tietyn aikakauden betonielementtirakenteisten kerrostalojen joukkoa.
<b>Tekninen korjaustarve</b>	Vaurioitumisen kautta syntynyt vajavaisuus rakenteen toiminnassa, mikä edellyttää korjausta. Tekninen korjaustarve ei huomioi esimerkiksi käyttömukavuuteen tai esteettisyyteen perustuvia korjaustarpeita. Tässä työssä korjaustarve on ilmoitettu joko korjattavan julkisivun määränä tai raha-arvoisena.
<b>Vaurioituminen</b>	Julkisivun kunnon heikentyminen. Tässä työssä huomioidaan kaksi merkittävintä julkisivun vaurioitumismekanismia: Raudoitteiden korroosio ja betonin pakkasrapautuminen.
<b>Vaurioitumismalli</b>	Kokemusperäiseen sekä mitattuun tietoon perustuva olettaus teräsbetonisen julkisivurakenteen vaurioitumisen etenemisestä.
<b>Karbonatisoituminen</b>	Ilmassa olevan hiilidioksidin vaikutuksesta tapahtuva betonin neutraloitumisreaktio, jossa hydrataatiotuotteet muuttuvat kalsiumkarbonaatiksi ja betonin pH laskee.
<b>Teräksen passiivisuus</b>	Oikeissa pH- ja kosteusolosuhteissa teräksen pinnalle syntyy oksidikalvo, joka estää teräksen ruostumisen. Ilmiötä kutsutaan teräksen passivoitumiseksi. Passiivisuus häviää, jos suotuisat olosuhteet muuttuvat. Betoniterästen korroosiosuojaus perustuu teräksen passivoitumiseen emäksisessä betonissa.
<b>Rakennusvuosi</b>	Rakennuksen valmistumisen ajankohta vuoden tarkkuudella. Ajankohta on häilyvä, koska rakentaminen kestää usein kauemmin, kuin yhden vuoden. Rakennuksen runko pystytetään tyypillisesti aikaisessa rakennusvaiheessa ja voi olla rakennuksen virallista valmistumisvuotta vanhempi. Arvoon syntyy hajontaa riippuen siitä, millä tavoin tieto hankitaan. Lupavuosi, joka on selvitettävissä rakennusvalvonnan arkistoista, on valmistusajankohtaa aikaisempi. Ajankohtien väli voi olla jopa 5 vuotta luvan voimassaoloajan mukaan. Hissin valmistusvuoden voi ajatella olevan lähimpänä rakennuksen valmistumisvuotta.

# 1. JOHDANTO

## 1.1. Lähtötilanne

Rakennuksia on korjattu aina. Vaurion synnyttyä se on korjattu parhaaksi katsotulla tavalla yleensä kokemuseräiseen tietoon pohjautuen. Korjausrakentamisen ominaispiirre on, että työn lähtökohtana on aina vaurio olemassa olevassa rakenteessa, joka aiheuttaa korjaustarpeen. Vanhojen rakenteiden ominaisuuksien suuresta hajonnasta johtuen jokaisella korjaustyömaalla on omat yksilölliset piirteensä. Suuret rakennusliikkeet eivät aikaisemmin ole kiinnostuneet korjausrakentamisesta työmaiden tyypillisesti pienen koon ja vanhojen rakenteiden arvaamattomuuden vuoksi sekä ehkäpä siksi, että korjausrakentamisen liiketoimintaa ei ole voitu kasvattaa kuin tiettyyn korjaustarpeen sanelemaan rajaan asti. 1990-luvulta lähtien korjausrakentaminen on kasvanut tasaisesti ja saavuttanut viime vuosien aikana uudisrakentamisen suuruusluokan. Rakennuslehden teettämän katsauksen mukaan talonrakentamisen arvo vuonna 2008 oli 24,1 miljardia euroa jakautuen uudisrakentamisen 14,7 miljardiin euroon ja korjausrakentamisen 9,4 miljardiin euroon, josta asuinrakennuksien korjaamisen osuus on 4,9 miljardia euroa. [Rakennuslehti 2010, viitattu: VTT/RT, Tilastokeskus] Kuvassa 1.1 on esitetty Suomen kansallisomaisuuden jakautuminen valtion vuoden 2008 tilinpäätöksen mukaan ja kuvassa 1.2 talonrakentamisen volyymin jakautuminen vuonna 2008.



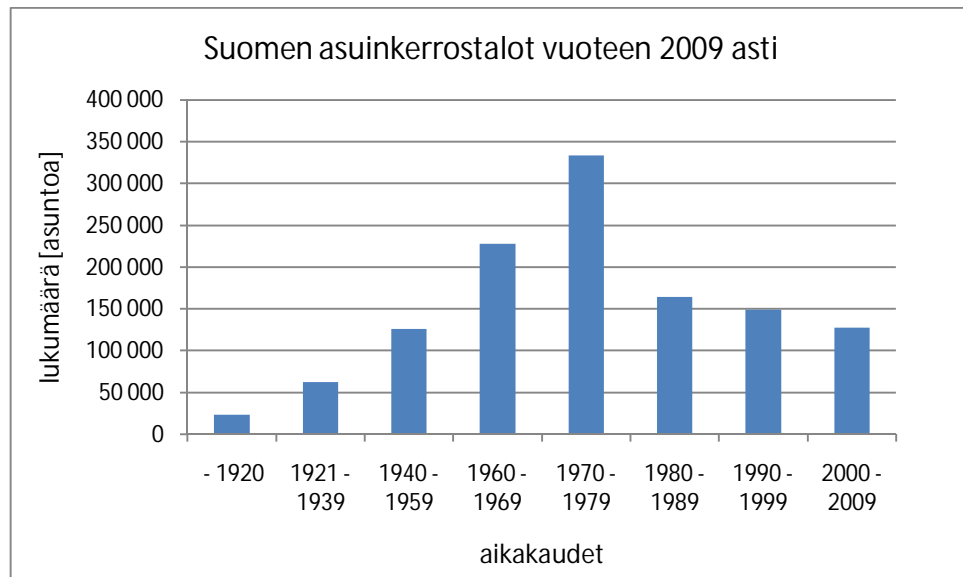
Lähde: Tilastokeskus, VTT/RT

**Kuva 1.1.** Suomen kansallisomaisuus 2008

**Kuva 1.2.** Talonrakentamisen arvo 2008 [Rakennuslehti 2010, viitattu: VTT/RT, Tilastokeskus]



Korjausrakentamisen jatkuva kasvu voidaan selittää yhä useamman rakennuksen saapumisella korjausikään. Tämä osuus kasvaa edelleen koko ajan. On arvioitu, että rakennuksen korjaustoimien kannalta kriittinen ikä on n. 30 vuotta [Vainio et al. 2002]. Yli 30-vuotiaiden rakennusten osuus on kasvanut, ja se oli vuonna 2009 jo yli 60 % Suomen asuinkerrostaloista. [Tilastokeskus, 2010]. Suomen nykyinen kerrostalokanta painottuu vahvasti 1960- ja 1970-luvulle, kaupungistumisen ajalle. 1960-luvulla alkanut suuri muuttoliike maaseudulta kasvukeskuksiin kasvatti asuntotuotannon tarvetta kaupungeissa. Ajanjakson 1965 – 1975 uuden asuntotuotannon tavoitteeksi asetettiin 500 000 asuntoa mikä tarkoitti keskimäärin 50 000 uuden asunnon rakentamista vuosittain. [Mäkiö, 1994]. Tämän aikakauden talot ovat jo. Tilastokeskuksen tietokannan mukaan kerrostaloasuntoja on Suomessa yhteensä 1,2 miljoonaa [Tilastokeskus, 2010]. 1960- ja 1970-lukujen merkitys suomalaisessa kerrostalokannassa on selvästi nähtävissä kuvassa 1.3 esitetyssä ikäjakaumassa. Viimeisinä vuosikymmeninä rakentamisen volyymi on pysynyt alle puolessa huippuvuosikymmenen tuotannosta.



**Kuva 1.3.** Asuntorakentaminen Suomessa eri aikakausina [Tilastokeskus, 2010]

Lähes kolme neljäsosaa Suomen kansallisomaisuudesta on sitoutuneena rakennettuun ympäristöön. Pelkästään rakennuksien osuus on yhteensä 62 %, kuten edellisen sivun kuvasta 1.1 voidaan nähdä [Valtionvarainministeriö, 2009]. Tätä omaisuutta ja sen arvoa on pystyttävä korjaustoiminnalla pitämään yllä. 1960 – 1979 Suomessa rakennettiin moninkertainen määrä asuntoja aikaisempaan verrattuna. Rakentaminen muuttui yhä enemmän teolliseksi toiminnaksi ja tehostui elementtitekniikan yleistyessä. Taloja rakennettiin liukuhihnamaisesti ja kiireessä. Toisaalta rakentaminen oli tarkkaan säänneltyä ja rajoitettua sekä määräysten että aravalainoituksen ehtojen kautta, mikä johti hyvin yhtenäiseen rakentamiseen. Rakennusmateriaalit olivat usein heikkolaatuisia ja niiden pitkäaikaiskestävyyden ominaisuuksille ei ollut vielä vaatimuksia. [Mäkiö, 1994]. Nämä seikat muiden ohella luovat haasteita kansallisomaisuuden säilyttämiselle.

Kiinnostus on kääntynyt korjausrakentamista kohtaan myös ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvien kansainvälisten ilmastositimusten rajoitteiden myötä. Rakennuskannan hitaan uusiutumisen vuoksi energiataloutta ei voida parantaa vain uudisrakentamisen keinoin, vaan myös olemassa olevaa rakennuskantaa on parannettava [Ympäristöministeriö, 2007]. Korjausrakentamisessa energiatehokkuuden parantaminen tulee ajoittaa esimerkiksi vaipan osalta julkisivuremontin yhteyteen, koska se ei yksin ole riittävä syy korjaamiselle.

Tällä hetkellä eletään aikaa, jolloin yhä useammat rakennukset tulevat korjausikään [Lahdensivu et al. 2010; Vainio et al. 2005]. Korjausten määrään ja niistä aiheutuviin kustannuksiin on osattava varautua, jotta korjaukset voidaan tehdä oikeaan aikaan. On myös osattava tehdä oikein mitoitettuja korjaustoimenpiteitä, jotta kasvavia korjauskustannuksia voidaan hallita. Tätä varten tarvitaan luotettavaa tietoa rakennusten nykyisestä kunnosta ja vaurioiden etenemisestä. Tällä hetkellä korjattavan aikakauden rakennuskanta on tyyliltään ja rakenteiltaan yhtenevää, mikä mahdollistaa korjaustarpeen hyvinkin tarkan arvioinnin [Ympäristöministeriö, 2007].

## 1.2. Aikaisemmat tutkimukset

Suomen rakennuskannan korjaustarvetta on tutkittu sekä tilastoitu aktiivisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Varhaisin tässä työssä huomioitu lähde on vuodelta 1988, mutta viittauksia löydettiin myös tätä aikaisempiin arvioihin. Korjaustarpeen arvio on aina tiukasti sidottu arviointiajankohtaan, ja tuotettu tieto vanhenee ajan myötä hintatason ja rakennuskannan ominaisuuksien muuttuessa. Korjaustarvetta on tarkasteltu laajoina kokonaisuuksina käsittäen kaikki rakennuksen korjaukset ja kaikki talotyytit. Myös julkisivujen korjaustarvetta on arvioitu. Usein on voitu tuottaa tarkempia tuloksia rajaamalla tutkimus koskemaan tiettyä talo- ja/tai rakennusosaryhmää.

Rakennuslehden julkaiseman katsauksen mukaan koko korjausrakentamisen arvo vuonna 2008 oli 9,4 miljardia euroa. Talonrakentamisen kokonaisuudesta tämä oli hieman alle 40 %. Korjausrakentamisen arvioidaan kasvavan lähivuosien aikana 2,5 – 3 % vuodessa ja ohittavan volyymissä uudisrakentamisen. [Rakennuslehti, 2010].

Julkisivujen korjausmääräksi on arvioitu TTKK:n rakennustekniikan osaston tutkimuksessa n. 400 000 m<sup>2</sup> vuosittain aikavälillä 1996 – 2000 ja 420 000 m<sup>2</sup> vuosittain aikavälillä 2001 – 2005. [Pentti, 1998]. Vuonna 2002 on arvioitu koko rakennuskannan julkisivujen korjauksiksi 15 milj. m<sup>2</sup> vuodessa, josta asuinkerrostalojen julkisivujen osuus on 16 %. Tutkimuksessa on asuinrakennusten korjausten kymmenen vuoden kasvutrendiksi arvioitu 3,5 – 5 % vuosittain. [Vainio et al., 2002]. Asuinkerrostalojen betonielementtijulkisivujen korjauksia tehtiin vuonna 2003 1,6 milj. m<sup>2</sup>. Kokonaisuudessaan asuinkerrostalojen elementtirakenteisia julkisivuja on arvioitu tuolloin olleen 44 milj. m<sup>2</sup>. Parvekekorjauksia on arvioitu tehtävän vuosittain 5 %

parvekkeista. Vuonna 2003 korjattiin 40 000 parveketta. [Vainio et al., 2005]. Näihin julkisivukorjausten arvioihin palataan myöhemmin luvussa 5.3.4.

VTT:lla 1990-luvun taitteessa käynnistetyn ”Asuinrakennusten perusparannustarve” – projektin mielenkiintoisin anti omaa diplomityötäni ajatellen on sen yhteydessä luotu ASPE-malli. Tutkimuksessa mallinnettiin asuinrakennusten perusparannustarvetta sekä laskettiin korjaustoimenpiteiden aiheuttamia kustannuksia.

Tutkimuksen aineistona oli koko Suomen asuinrakennuskanta, joka oli kuvattu hyödyntäen viiden vuoden välein julkaistavia väestö- ja asuntolaskennan tietoja. Tutkimuksessa olivat mukana kaikki asuinrakennukset mukaan lukien erilliset ja kytketyt pientalot. Kannasta oli poistettu toimitilat, loma-asunnot, puretut, tuhoutuneet, ränsistyneet ja muussa käytössä olevat rakennukset. Asuinrakennuskantaa käsiteltiin tyyppitalojen kautta, joita oli yhteensä 28. Asuinkerrostaloja tyyppitaloista oli 12, jotka jakautuivat viiden aikakauden kesken. Mallin korjaustoimenpiteet ja kustannukset hankittiin mm. lupien ja energia-avustusten asiakirjoja tutkimalla sekä selvittämällä haastattelujen avulla toteutuneita korjaustoimenpiteitä ja kustannuksia. Malli antoi ennustuksen tulevalle 10-vuotiskaudelle, joka perustui asiantuntija-arvioon keskimääräisestä perusparannusten aikavälistä, joka oli asuinkerrostaloille keskimäärin 30 vuotta. [Nippala & Jaakkonen, 1993].

Olemassa olevasta rakennuskannasta seulottiin korjattavien rakennusten määrä suodattamalla pois poistuvat, uudet ja hyväksyttävässä kunnossa olevat rakennukset. Jokaiselle rakennusryhmälle oli määritelty tyypilliset korjaustoimenpiteet ja näille korjaustoimille rakennusosakohtaiset kustannukset. Näitä kokonaisuuksia oli mahdollista muokata tarpeen mukaan. Vuonna 1990 tehdyn laskelman mukaan peruskorjaustarve oli 65 000 – 70 000 asuntoa vuosittain. Asuinkerrostalojen osuus oli tästä puolet, eli 32 500 – 35 000 asuntoa. Näiden vuosittaisten asuinkerrostalojen korjausten kustannuksiksi arvioitiin 3,3 miljardia markkaa eli likimain 560 milj. € [Nippala & Jaakkonen, 1993, s.22-23]. Julkisivujen osuuden asuinkerrostalojen korjauskustannuksista arvioitiin olevan 25 %, eli 0,83 miljardia markkaa (207 milj. €) [Nippala & Jaakkonen, 1993, s.36].

Aikaisin tämän kirjallisuusselvityksen yhteydessä huomioitu korjaustarpeen arviointi on esitetty ASPE-mallin kehitystyöhön liittyvässä Eero Nippalan diplomityössä vuonna 1988. Kerrostalojen asuntojen korjaustarpeeksi oli arvioitu 70 000 – 202 000 asuntoa 1980-luvulla ja 135 000 – 312 000 asuntoa 1990-luvulla. Vuoteen 2000 mennessä ennakoitiin 60 – 90 % kasvu korjausmääriin. [Nippala, 1988, s. 46].

### 1.3. Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Olemassa olevien rakennusten julkisivujen huolto- ja korjaustoiminnalle tarvitaan strategia. Rakennuskannan nykytilasta tarvitaan luotettavaa tietoa kehitystyön tueksi sekä ohjaamaan korjaustoiminnan organisointia. Tässä tutkimuksessa pyritään tuottamaan uusi korjaustarpeen arvio asuinkerrostalojen betonielementtirakenteisille julkisivuille, joka perustuu laajaan mitattuun aineistoon. Rakenteiden todelliseen kuntoon perustuvaa arviota ei vielä ole. Tutkimuksessa rajoitutaan käsittelemään aikakauden 1965 – 1995 elementtirakenteisten asuinkerrostalojen julkisivuja ja parvekkeita.

Tutkimuksessa arvioidaan ainoastaan teknistä korjaustarvetta. Tekninen korjaustarve syntyy ympäristön kuluttavasta vaikutuksesta tapahtuvan julkisivun vaurioitumisen kautta ja ei siis sisällä ulkonäkö-, määräämiskäis- tai julkisivun ulkopuolisista syistä johtuvaa korjaustarvetta. Ulkopuolisia syitä voivat olla eristetilän mikrobit, erilaiset laajennukset ja putkivedot sekä käyttötarkoituksen muutos tai julkisivun halkeaminen rakennuksen painumien vuoksi. Normaalien kulumisten on havaittu VTT:n tutkimuksessa [Nippala & Skogberg, 1991, s. 19] olevan suurin korjausten syy, käsittäen 60 % aineistosta. Energiansäästösyistä tehtyjen korjausten osuus oli tässä, vuonna 1990 tehdyssä tutkimuksessa 7 %.

Tutkimusongelman rajaamiseksi tässä työssä ei huomioida vuosittain tehtäviä julkisivukorjauksia ja niiden korjaustarvetta pienentävää vaikutusta, vaan tarkastellaan tilannetta, jossa julkisivukanta vaurioituu vapaasti. Jotta korjaustoiminnan vaikutus voitaisiin ottaa huomioon, tarvitaan tarkkaa tietoa siitä, kuinka paljon eriasteisia korjauksia vuosittain tehdään. Tätä tietoa ei ollut tämän tutkimuksen yhteydessä saatavilla. Tarkastelemalla vapaata vaurioitumista voidaan kuitenkin selvittää julkisivujen korjaustarpeen vuosittainen kasvu, joka vähintään on voitava korjaustoiminnalla kompensoida, jotta julkisivujen nykyinen tila voidaan säilyttää.

Tuloksen perusteella pyritään luomaan käsitys siitä, milloin ja minkä laajuisina korjaukset tulisi ajoittaa, jotta nykyisten asuinkerrostalojen julkisivujen käyttöikä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman pitkälle. Korjausrakentamisen volyymi kasvaa jatkuvasti. Jo pitkään on ollut vallalla ajatus siitä, että julkisivuja korjataan liian raskailla korjausmenetelmillä ns. varmuuden vuoksi. Tässä työssä pyritään laskemalla arvioimaan tätä väitettä ja osoittamaan, että oikealla korjaussuunnittelulla ja strategialla julkisivukorjausten kustannuksia voidaan pienentää. Taulukossa 1.1 on esitetty tutkimuksen tavoite hypoteesimuodossa.

#### ***Taulukko 1.1. Tutkimushypoteesit***

##### ***Tutkimushypoteesit***

H0: Resurssit eivät riitä kaikkien julkisivujen korjaamiseen ajoissa

H1: Julkisivujen korjauskustannuksia voidaan pienentää

Korjaustarpeen laskennan lähtötiedoiksi selvitetään suomalaisten asuinkerrostalojen ikäjakauma ja niiden betonielementtirakenteisten julkisivujen ominaisuudet, jotka vaikuttavat julkisivujen vaurioitumiseen. Henkilökohtaisena tavoitteena asetan itselleni ymmärryksen syventämisen liittyen julkisivujen vaurioitumisen syihin ja etenemismalleihin sekä tutustumisen suomalaiseen rakennuskantaan. Tämän työn jälkeen toivon myös saaneeni kuvan siitä, mitä on tieteellisen tutkimuksen tekeminen.

#### 1.4. Tutkimuksen toteutus

Työ on kaksivaiheinen ja jakautuu selvitykseen olemassa olevien julkisivujen ominaisuuksista ja korjaustarpeen laskentaan. Tutkimus perustuu laajaan ”*Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden korjausstrategiat*” –tutkimusprojektin (BeKo) yhteydessä kuntotutkimuksista kerättyyn aineistoon ja sen pohjalta kehitettyyn julkisivujen vaurioitumismalliin sekä tätä tutkimusta varten kerättävään aineistoon suomalaisista asuinkerrostaloista. Tutkimuksessa oletetaan, että olemassa olevat betonielementtijulkisivut vaurioituvat samalla tavalla kuin kuntotutkimuksista kerätyssä aineistossa olevat julkisivut. Tutkimus on luonteeltaan kvantitatiivinen. Työn teoriaosassa esitellään tarkastelun kohteena olevien aikakausien tyypilliset julkisivujen ja parvekkeiden rakenteet ja vauriomekanismit. Näitä aiheita on käsitelty laajasti kirjallisuudessa ja aikaisemmissa tutkimuksissa. Tässä työssä keskitytään niihin lyhyesti ja painotetaan julkisivujen vaurioitumismallin ja sillä tehtävien päätelmien käsittelyä.

Olemassa olevan rakennuskannan selvityksellä pyritään määrittämään suomalaisten asuinkerrostalojen ikäjakauma ja julkisivutyypit, jotta vaurioitumismalleja käyttäen laskettu korjaustarve voidaan suhteuttaa olemassa olevaan rakennuskantaan sekä rakennusten korkeudet, sivumitat ja parvekemäärät tyypitalon määrittämistä varten. Tyypitalo määritellään korjausmäärien laskentaa varten.

Rakennuskannan selvitys tehdään otantana, jolla pyritään saamaan mahdollisimman hyvin suomalaisia betonielementtirakenteisia asuinkerrostaloja kuvaava otos. Kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa otoksen edustavuus. Otos hajautetaan sekä Suomen tasolla viiteen paikkakuntaan että näiden paikkakuntien sisällä alueittain niin, että alueet painottuvat otoksessa kokojensa suhteessa. Tutkimukseen valitut paikkakunnat ovat Helsinki, Turku, Tampere, Jyväskylä ja Oulu. Nämä paikkakunnat käsittävät suuren osan suomen asuinkerrostalokannasta ja niiden maantieteellinen sijoittuminen on hajautunut ympäri Suomen. Paikkakunnan sisällä etsitään tutkimuksen rajaukseen sopivat alueet asiantuntijahaastattelujen ja kirjallisuusselvityksen perusteella. Otoksen suunnittelussa otetaan huomioon edustavuuteen vaikuttavat alueelliset kaavamääräykset julkisivuista, asuinalueiden ajallinen hajauttaminen sekä erikokoisten alueiden painotus. Pintatyyppien jakautumisen odotetaan voivan vaihdella paljonkin riippuen tarkasteltavasta alueesta ja

sen kaavoituksesta. Otoksen kuvaavuutta testataan vertaamalla aineistoa tilastokeskuksen julkaisemaan asuinkerrostalojen ikäjakaumaan tutkimuksen paikkakunnilla.

Aineiston keruutapoina hyödynnetään rakennusvalvontaviraston arkistoja rakennuslupa-asiakirjoista, Internet-hakuja paikallisten vuokrataloyhtiöiden tietokannoista sekä asuntojen myynti- ja vuokrailmoituksista ja asuinalueiden kartoittamista jalan. Kohteista kirjataan ylös rakennusvuosi, pintatyyppi, parvekkeiden lukumäärä, kerrosluku ja tunnistetiedot. Mahdollisuuksien mukaan hyödynnetään muiden tahojen jo keräämää inventointitietoa. Tampereen rakennuksista on työhön varattujen resurssien puitteissa saatavilla kattavin aineisto, joten tyyppitalo määritetään Tampereen aineiston pohjalta.

Työn jälkimmäinen osa sisältää betonielementtijulkisivujen korjaustarpeen laskelman. Arvio lasketaan luodun vaurioitumismallin avulla, jossa eri vauriomekanismien etenemisnopeus riippuu sekä julkisivun materiaaliominaisuuksista että julkisivun kohtaamasta säärasituksesta. Malli pohjautuu laajaan tietokantaan aikakauden 1960 – 1995 todellisten rakennusten materiaaliominaisuuksista ja kunnosta. Tämä data on kerätty toteutuneiden julkisivujen kuntotutkimusten kautta. Kyseinen malli on luotu suuria rakennusjoukkoja hallinnoivien tahojen kiinteistönpidon apuvälineeksi, ja tämän diplomityön puitteissa mallia testataan myös laajemmassa mittakaavassa. Malliin tehdään työn ohessa päivityksiä, joiden avulla mahdollistetaan laskelmien tekeminen halutulla tavalla.

Mallin avulla ennakoitu korjaustarve tietyllä ennalta syötetyllä tarkasteluhetkellä voidaan tulostaa sekä korjaustarpeessa olevan julkisivun määränä että korjauskustannuksena. Vaurioitumismalli sisältää pakkasrapautumisen ja raudoitteiden korroosion vauriomekanismit. Nämä mekanismit tarkastellaan erillisinä kokonaisuuksina ja suhteutetaan lopulta kokonaiskorjaustarpeeksi, sillä samat korjausmenetelmät käyvät molempien vaurioiden korjaamiseen. Julkisivut tarkastellaan pintatyypeittäin, joita ovat harjattu, muottipintainen, hierretty, pesubetonipintainen, klinkkeripintainen, tiililaattapintainen ja valkobetonipintainen. Parvekkeet tarkastellaan omana kokonaisuutenaan parvekeosittain, joita ovat pieli, laatta ja kaide.

Korjaustarve lasketaan niille julkisivutyypeille, joita esiintyy tutkimuksen kohteena olevilla paikkakunnilla. Korjauskustannus ilmoitetaan tietyllä tarkasteluhetkellä, jos kaikki korjaukset tehtäisiin heti. Paikkakuntakohtaisten korjaustarvelaskelmien pohjalta tehdään yleistys suomalaisten aikakauden 1965 – 1995 betonielementtirakenteisten julkisivujen korjaustarpeesta. Tämä yhteenlaskettu korjauskustannus edustaa julkisivukorjausten rahallista arvoa tietyllä ajanhetkellä. Tekemällä tarkastelu eri hetkillä pyritään arvioimaan korjauskustannusten kasvua. Todellisuudessa kuitenkin kaikkia korjauksia ei voida resurssien puutteen vuoksi tehdä yhdellä kertaa, vaan kustannuksia joudutaan jakamaan useammalle vuodelle.

## 2. JULKISIVUJEN VAURIOITUMINEN

### 2.1. Julkisivujen materiaalit

Betoni valmistetaan sekoittaen sideainetta, runkoainetta ja vettä. Tuoreessa betonimassassa vesi käynnistää sideaineen kanssa hydrataatioreaktion, jonka aikana sementtigeelissä muodostuu kalsiumsilikaattihydraatteja ja betoni kovettuu. Lujuus muodostuu betonin kovettumisen aikana ja siihen vaikuttaa betonimassan vesi-sideainesuhde. Runkoaine antaa kulutuksenkestävyyttä ja myös lujuutta betonille. Lopullinen lujuus muodostuu betonissa pitkän ajan kuluessa valuhetkestä aluksi nopeasti ja ajan myötä hidastuen. [Neville, 1995].

Betonin keskeisin ominaisuus rakennusteknisenä sovelluksena on puristuslujuus, joka tarkoittaa materiaalin kestäväksi puristusjännitystä. Betonin puristuslujuutta voidaan säädellä sementin määrän ja betonin suhteituksen avulla hyvin laajasti, ja suomalaiset normit tuntevat tällä hetkellä lujuudet C12/15 – C85/100. Korkeasta puristuslujuudesta huolimatta betoni on hauras rakennusmateriaali, jonka vetolujuus on alle kymmenesosa puristuslujuudesta. [Suomen betoniyhdistys, 2004]. Betonin lujuus on keskeinen ominaisuus myös betonin pitkäaikaiskestävyyden kannalta. Betonin korkea lujuus saadaan aikaan lisäämällä betonin sementtipitoisuutta, jolloin betonin vesi-sementtisuhde pienenee ja betonista tulee tiiviimpää. Mitä korkeampi vetolujuus on, sitä suurempia eri vauriomekanismien aiheuttamia pakkovoimia betoni kestää halkeamatta. [Neville, 1995].

Betoniin muodostuu kovettumisreaktion aikana huokosia. Tämä johtuu hydrataation yhteydessä tapahtuvasta sementin kutistumisesta sekä ylimääräisen, hydrataatioreaktioon osallistumattoman veden olemassaolosta. Vesi-sementtisuhde ja betonin tiivistys valun yhteydessä vaikuttavat muodostuvien huokosten määrään, joka vaihtelee täysin tiivistetyn betonin n. 1 %:sta muutamaan prosenttiyksikköön tilavuudesta. Kutistumisen yhteydessä betoniin syntyy aina myös halkeamia, jotka kovettuneessa betonissa kuljettavat kosteutta yhdistämällä huokosverkostoja. Pitkäaikaiskestävyyden kannalta haitalliset huokokset muodostavat sattumanvaraisen verkoston, huokosrakenteen. Betonin suojahuokostus koostuu yksittäisistä, pyöreistä, läpimitaltaan n. 50 µm kokoisista huokosista, jotka eivät ole suoranaيسessa yhteydessä toisiinsa. [Neville, 1995]. Huokosrakenne sisältää jatkuvasti kosteutta joko rakennusaikaisesta vedestä tai ulkoisen kosteusrasituksen kautta. Eritoten julkisivurakenteissa kosteusrasitus on aika ajoin hyvin suurta, jolloin betonin suhteellinen kosteus on pitkiä aikoja hyvin korkea, jopa 100 % RH. Huokoisuus

mahdollistaa kuluttavien aineiden kulkeutumisen betoniin sekä nopeamman rapautumisen. Huokoisen betonin lujuus on tyypillisesti alhaisempi. [Neville, 1995, s. 277]. Betonin tiiviys on avainasemassa koskien useimpia vaurioitumismekanismeja [Gjørsv, 2009, s.80]. Julkisivujen vaurioitumismekanismeja käsitellään myöhemmin luvussa 2.3.

Aikakauden 1965 – 1995 betonirakentamista Suomessa ovat ohjanneet betoninormit. Vuoden 1965 betoninormit asettivat julkisivurakenteille vaatimukseksi K25 lujuuden ja 20 mm raudoituksen betonipeitepaksuuden. Muita betonin säilyvyyteen vaikuttavia vaatimuksia ei vielä tuolloin käsitelty. [Rakennusinsinööriyhdistys, 1965]. Vasta yli kymmenen vuotta myöhemmin 1976 julkaistuissa betonin säilyvyysohjeissa annettiin ohjeita myös betonin vesi-sementtisuhteesta ja huokoisuudesta. Vesi-sementtisuhteen arvoiksi suositeltiin 0,45 – 0,60 ja betonimassan ilmapitoisuudeksi 4 – 6 % riippuen runkoaineen raekoosta. Suojahuokossuhteen vaatimus oli 0,20. Ohjeen lujuusvaatimus julkisivurakenteille oli K30. [Suomen Betoniyhdistys, 1976]. Vuonna 1978 julkaistuihin betoninormeihin näitä vaatimuksia ei ole lisätty, vaan normien vaatimus on edelleen K25 lujuus. Raudoituksen betonipeitevaatimusta kasvatettiin 25 mm:n [Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, 1978]. Vuonna 1981 esiteltiin uudet ympäristön rasittavuusvaikutuksen huomioivat ympäristöluokat Y1, Y2 ja Y3. Ympäristöluokkaan Y2 osuvien julkisivujen osalta lujuusvaatimus K25 ja betonipeitevaatimus 25 mm säilyivät muuttumattomina. Julkisivubetonille mainittiin aina asetettavan myös pakkasenkestävyysvaatimus. [Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, 1981]. Betonirakenteiden säilyvyysohjeet vuodelta 1989 antavat pakkasrasitukselle alttiille julkisivurakenteille lujuusvaatimuksen K30. Lisäksi betonilta vaaditaan vedenpitävyyttä, vähintään 4 % betonimassan ilmamäärää ja 0,20 suojahuokossuhdetta. Betonipeitteen vähimmäisvaatimus on 25 mm. Ohjeessa annetaan tietoa betonin pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttavista ominaisuuksista ja tyypillisistä vaurioitumismekanismeista. [Suomen Betoniyhdistys, 1989]. Vuonna 1993 myös betoninormeissa esitettyjä betonin vaatimuksia nostettiin. Julkisivubetonin uusi lujuusvaatimus oli K40 ja pakkasenkestävyysvaatimukseksi ilmoitettiin 0,20 suojahuokossuhde. Betonipeitevaatimus säilyi 25 mm:ssä. Nämä vaatimukset asetettiin voimaan 1.1.1994. [Suomen Betoniyhdistys, 1993].

Betonirakenteissa käytettynä teräksen tärkeimmät ominaisuudet ovat suuri vetolujuus ja sitkeys. Betonia vahvistetaan teräksien avulla niissä rakenteiden kohdissa, joissa esiintyy vetorasitusta. Teräksen suuri murtovenymä mahdollistaa teräsbetonirakenteiden sitkeän murtotavan, jota pidetään tavoiteltavana ominaisuutena ennustettavuutensa vuoksi. [Lindberg & Kerokoski, 2009, s. 38]. Aikakauden 1965 – 1995 julkisivujen betoniraudoitteet ovat tyypillisesti tavallisesta seostamattomasta teräksestä valmistettuja [Mäkiö, 1994].



Teräksen keskeinen ominaisuus liittyen pitkäaikaiskestävyyteen on sen taipumus ruostumiseen. Teräs, kuten kaikki metallit, ruostuu hapettumalla muodostaen oksideja eli ruostetta. Hapettumisreaktio tarvitsee toteutuakseen sekä happea että kosteutta. Reaktiossa on aina tunnistettavissa anodi (hapettava metalli tai sen osa), katodi (pelkistytävä metalli tai sen osa), metallinen johde osapuolien välillä sekä sähköä johtava elektrolyytti, joka ympäröi anodin ja katodin. Elektrolyytinä toimii usein käytännössä jokin neste, kuten vesi, joka varsinkin suolaliuoksena on hyvä johde. Metallien välille muodostuu sähkövirta elektrolyytin läpi, jossa anodi luovuttaa elektroneja katodille ja ruostuu. Se, kumpi metalli toimii hapettumisreaktiossa anodina ja kumpi katodina, määräytyy metallien jalousasteen kautta niin, että jalompi metalli on reaktiossa aina katodi, ja epäjalompi metalli ruostuu. Elektrolyytin puuttuessa elektronien siirtymistä ei pääse tapahtumaan ja hapettuminen ei etene. Tästä syystä kosteus on kriittinen tekijä korroosion kannalta. [Schweitzer, 1989, s.1-5].

## **2.2. Tyypilliset julkisivurakenteet**

### **2.2.1. Elementtirakentaminen**

Suomen rakennuskannassa on selvästi erottuvissa aikakausia, jolloin tietyt rakentamisen piirteet ovat olleet tyypillisiä. Rakentamista ovat ohjanneet sekä tekniikan ja materiaalien kehitys ja aikakausien asuntojen tarve että lukuisat rakentamisen määräykset ja ohjeet. Vuosien 1965 – 1995 aikana suurin yksittäinen rakentamiseen vaikuttanut asia on elementtirakentamisen kehittyminen 1960 ja 1970-luvulla. [Mäkiö, 1994]. Tämän aikakauden rakentamisen piirteisiin kuuluu myös aluerakentaminen, jossa suurempi alue suunniteltiin ja rakennettiin kerralla yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Suunnittelua ohjasivat vahvasti tuotannolliset ja taloudelliset seikat, ja esimerkiksi alueen sijoittelussa käytettiin ruutukaavaa, johon rakennukset asetettiin suljettuihin kortteleihin diagonaalisesti. Rakentaminen oli tehokasta ja hyödynsi toistoa. [Mäkiö, 1994, s. 20-23].

Elementtirakentaminen on kehittynyt Suomessa 1960-luvulta lähtien ja kasvanut 1970-luvun aikana yleisimmäksi kerrostalojen rakentamistavaksi. Kasvua edesauttoi 1968 – 1970 kehitetty elementtirakentamisen standardoitu BES-järjestelmä, jolla pyrittiin yhtenäistämään alkuaikoina valtavaksi kasvanutta rakenne- ja liitosratkaisujen määrää. Järjestelmän idea oli standardoiduissa rakennusosissa, jolloin rakennuksen osat voitiin vapaasti tilata eri toimittajilta. Standardointi myös tehosti suunnittelua ja rakentamista, koska liitoksista ja osista oli jo malli olemassa. Asuinrakennuksien rakennusjärjestelmä koostui kantavista päädyistä ja väliseinistä, välipohjien ontelolaatoista sekä ei-kantavista ulkoseinistä, jotka rakennettiin sandwich-elementeistä. Ilman järjestelmää 1970-luvun ennätysmäinen asuntotuotanto ei olisi ollut mahdollista. Toisaalta järjestelmä on myös vaikuttanut keskeisesti aikakauden laatikkomaisen ilmeen syntyyn,

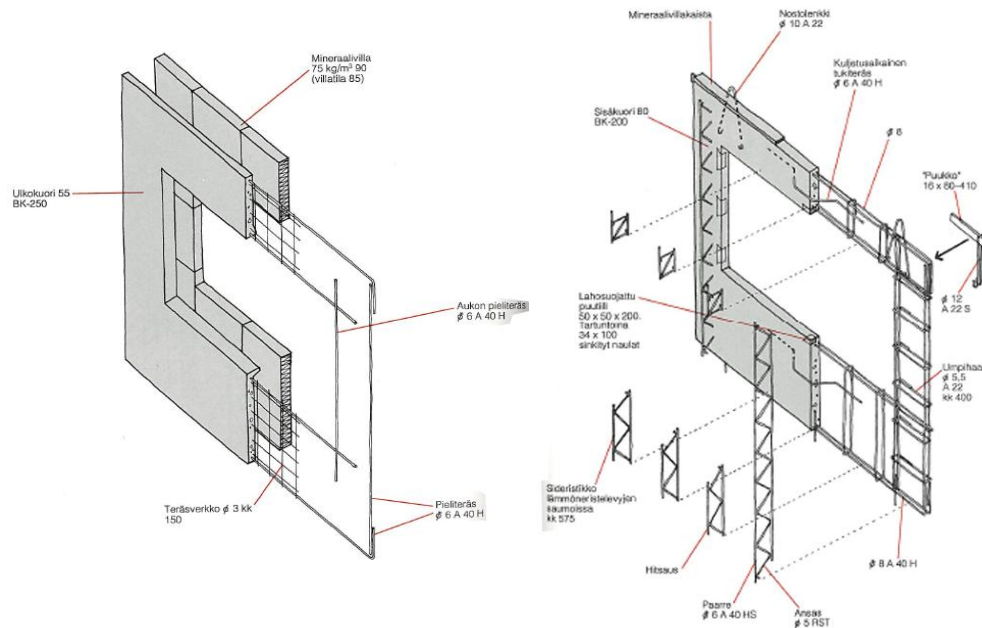
jota on myöhemmin aikoina arvosteltu. 1980-luvulta lähtien elementtirakennuksien monimuotoisuutta on tietoisesti pyritty edistämään. [Betoniteollisuus ry, 2010].

Tyypillinen suomalainen asuinkerrostalo on ns. kirjahyllyrunkoinen lamellitalo. Tämän runkotyyppin kantavina rakenteina toimivat pääty- ja väliseinät, jotka kannattavat välipohjia muodostaen kirjahyllymäisen rakenteen. Pitkien sivujen seinät eivät kannu kuormia. Lamellitalo koostuu yhden porraskäytävän kokoisista yksiköistä, lamelleista, jotka rakennetaan vierekkäin muodostaen pitkänmallisen talon. [Rakennustuoteteollisuus ry, 1995a]. Asuinrakennusten julkisivut koostuvat kahdesta elementtityypistä: kuorielementeistä ja sandwich-elementeistä. Kuorielementti koostuu yhdestä betonilevystä, kun taas sandwich-elementti on kerroksellinen rakennusosa. [Suomen Betoniyhdistys, 2002]. Sandwich-elementti on lämmöneristettyjen ulkoseinien yleisimmin käytetty elementtityyppi sekä rakennusten pitkällä sivuilla että päädyissä. Kuorielementtejä on käytetty lämmöneristämättömissä kohdissa ja rakennusten päädyissä.

Parvekejärjestelmät voidaan ryhmitellä parvekkeiden sijoittelun ja rakennemallin mukaan. Sijoittelun perusteella parvekkeet voidaan jakaa rungon ulkopuolisiin ja sisäänvedettyihin parvekkeisiin. Parvekkeiden keskinäisen sijoittelun perusteella voidaan erottaa erillisparvekkeet, kaksoisparvekkeet ja kytketyt parvekkeet. Rakennemalleja ovat itsekantavat ja rakennuksen rungosta kannatetut parvekkeet sekä näiden yhdistelmä. Parvekkeen kokoa voidaan käyttää ryhmittelyn perusteena mm. pitkiin parvekkeisiin ja pienparvekkeisiin. [Rakennustuoteteollisuus ry, 1995c].

### **2.2.2. Sandwich-elementti**

Tyypillisin asuinkerrostalon ulkoseinärakenne Suomessa on sandwich-elementti, joka on esitetty kuvassa 2.1. Betonisten ulko- ja sisäkuoren väliin on asennettu lämmöneristeeksi mineraalivillakerros. Elementin ulkokuori on 40 – 60 mm paksu ja sisäkuori, riippuen siitä onko elementti kantava vai ei, 70 – 100 mm tai 150 – 160 mm. [Mäkiö, 1994, s. 78-79]. Lämmöneristeen paksuus on vaihtunut vallitsevien lämmöneristysmääräysten mukaan 1970-luvun 90 mm:stä aina 2000-luvun 160 mm. Uusimpien rakentamismääräysten u-arvovaatimusten kautta eristekerroksen tavoitepaksuudeksi määräytyy jopa 240 mm. [Rakennustuoteteollisuus ry, 2010]. Sandwich-elementissä sisä- ja ulkokuori on sidottu toisiinsa teräksisten diagonaaliansaiden välityksellä, joiden eristetilassa kulkevat diagonaalit on valmistettu 1960-luvun alusta lähtien ruostumattomasta teräksestä. Myöhemmin myös ulkokuoren puoleinen paari on alettu valmistaa ruostumattomasta teräksestä. Ulkokuoren verkkorauditus on ollut seostamatonta aina 1990-luvun loppupuolelle asti [Suomen Betoniyhdistys, 2002]. Ulkokuoren tyypillinen rauditus on halkaisijaltaan 4 mm verkko, joka on asetettu keskeisesti. Lisäksi elementin pielet ja aukkojen reunat raudoitetaan pieliteräksillä. Raudoitusta on luonnehdittu rakennepaksuuteen nähden monimutkaiseksi [Pentti, 1998, s.24].



**Kuva 2.1.** Tyypillinen 1970-luvun sandwich–ruutuelementti. Ulkokuori sekä eristekerros on esitetty vasemmalla ja sisäkuori ja ansasraudoitus oikealla. [Mäkiö, 1994].

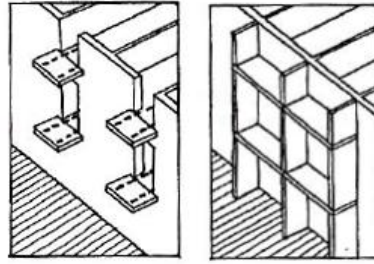
Elementin tyypilliset mitat ovat olleet korkeus 2800 mm ja leveys 3000 – 3900 mm. Elementtien leveys vaihtelee laajastikin mm. päätyelementeissä ja porrashuoneiden kohdalla. Yleisesti on käytetty koko huoneen levyisiä elementtejä. Elementin korkeus on ollut hyvin selkeästi vakioitunut. Elementin kokoon vaikutti mm. käytetyn nostokaluston kapasiteetti. [Mäkiö, 1994, s. 82].

Elementti voidaan kannattaa joko kerroksittain rakennuksen rungosta tai tukeutuen alempiin elementteihin aina perustuksille asti. Yleinen ruutuelementin kannatustapa on ollut kerroksittainen ripustaminen teräsosien avulla. [Pentti, 1998, s.31]. Elementtien liitokset tehdään juotosvaluin ja vahvistetaan teräsosien avulla. Tyypillinen elementtien pystysauman liitos on betonivaarnaliitos, joka tarvittaessa vahvistetaan raudoituksella. Vaakasauma juotetaan betonilla ja elementteihin tehdään lovet raudotteita ja kiinnitysosia varten jo tehtaalla. Liitoksista on annettu suositeltavat esimerkkiratkaisut mm. ”Valmisosarakentaminen” -kirjasarjassa. [Rakennustuoteteollisuus ry, 1995b]. Ulkokuoren saumakohdat suojataan elastisella saumamassalla kosteuden rakenteeseen kulkeutumisen estämiseksi. Elementtisaumojen kuntoa on seurattava ja saumat uusittava tarvittaessa, sillä viallisina ne aiheuttavat suuria pistemäisiä kosteusrasituksia julkisivulla. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

### 2.2.3. Elementtiparveke

Asuinkerrostalon parveke voi olla rungosta ripustettu ulokeparveke tai erillinen parveketorni. Usein ulokeparveke on ollut paikallavalettu ja tuettu välipohjaan rataiskun tai muiden teräsosien avulla. [Mäkiö, 1994, s. 86] Elementtiparvekkeet ovat

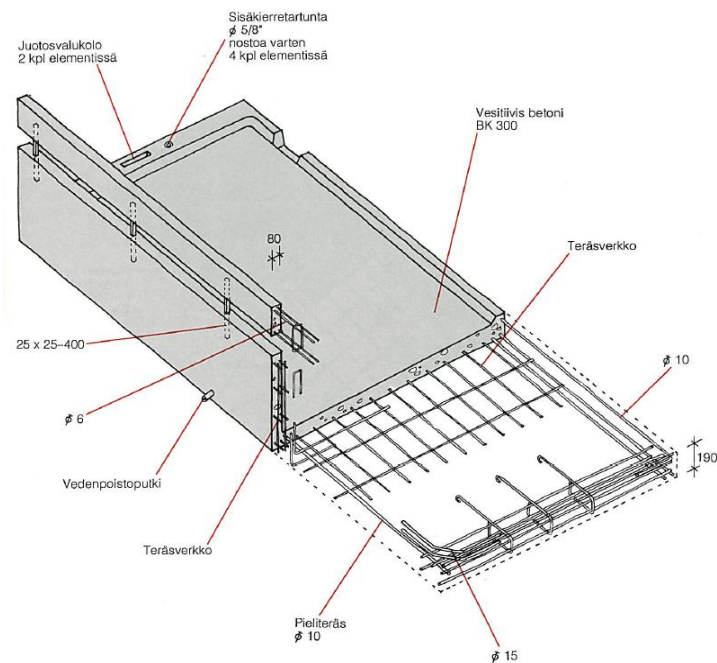
BES-järjestelmän mukaan tyypillisesti parveketorneja. [Rakennustuoteteollisuus ry, 1995c]. Kuvassa 2.2 on esitetty parvekkeiden kiinnitystavat periaatekuvina.



**Kuva 2.2.** Parvekkeiden tyypillisimmät kannatustavat: ripustettu ja parveketorni [Mäkiö, 1994]

1960-luvun lopulla yleistyi huoneistoparvekkeiden rakenteena elementeistä koottu parveketorni [Mäkiö, 1994, s. 86], joka voitiin rakentaa erillisenä rakennuksen rungosta ja perustaa omille perustuksilleen. Parveketorni sidottiin rakennuksen runkoon tyypillisesti välipohjien ja väliseinien kohdalta teräsosien tai harjatankojen avulla. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

Elementtiparveke koostuu kantavista pieliseinäelementeistä ja laattaelementistä sekä erillisestä kaide-elementistä. Pieliseinäelementti on mitoitettu yleensä raudoittamattomana ja sisältää ainoastaan reunoja kiertävät pieliteräkset. Laatta on alapinnastaan raudoitettu verkolla ja reunoiltaan pieliteräksin. Kaide-elementti on runsaasti raudoitettu molemmilta pinnoiltaan verkkoteräksillä. [Suomen Betoniyhdistys 2002; Mäkiö 1994]. Kuvassa 2.3 on esitetty yhdistetty parvekkeen laatta- ja kaide-elementti.

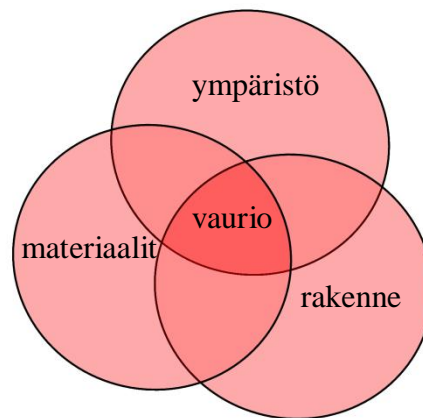


**Kuva 2.3.** Elementtiparvekeen laattaelementti 1960-luvulta. [Mäkiö, 1994]

## 2.3. Betonijulkisivujen vaurioituminen

### 2.3.1. Yleistä

Betonirakenteen vauriot syntyvät ympäristön aiheuttamien säärasitusten vaikutuksesta ja ovat usein seurausta rakenneratkaisujen, käytettyjen materiaalien ja ympäristön yhteisvaikutuksesta, kuva 2.4. Vaurion seurauksena rakenteen toiminta ja ominaisuudet heikkenevät. Aiheuttajia voivat olla lämpötilan muutokset, kosteus, tuuli sekä rakenteeseen joutuvat haitalliset aineet kuten kloridit. Useiden aiheuttajien yhteisvaikutus ja kertautuminen lisäävät vaurion riskiä. Kaikki rakennuksen osat eivät vaurioidu samalla nopeudella, vaan vaurioitumisnopeuteen vaikuttaa rakennusta ympäröivä mikroilmasto. Tyypillisesti rakennuksen länsi- ja eteläjulkisivut sekä ylimmät kerrokset ovat ankaramman säärasituksen alaiset ja vaurioita on odotettavissa nopeammin, kuin muilla julkisivun osilla. Lisäksi pistemäisiä rasitushuippuja voivat aiheuttaa kosteusteknisesti väärin suunnitellut julkisivun kohdat kuten puutteelliset räystäspellitykset tai kallistukset. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].



**Kuva 2.4.** Betonijulkisivujen vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät

Keskeisimmät betonijulkisivujen vaurioitumismekanismit Suomessa ovat betonin pakkasrapautuminen ja betonin karbonatisoitumisen käynnistämä raudotteiden korroosio [Pentti, 1998, s.45]. Lisäksi julkisivujen vaurioitumiseen liittyvät kosteustekniset toimivuuspuutteet, kiinnitysten vauriot, pintatarvikkeiden ja pintakäsittelyjen vauriot sekä halkeilu ja muodonmuutokset [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s.17]. Useat julkisivujen vauriot aiheuttavat lähinnä ulkonäöllisiä haittoja, mutta pitkälle edenneenä voivat olla myös turvallisuusriski [Pentti., 1998, s. 45].

### 2.3.2. Betonin pakkasrapautuminen

Suurin betonirakenteiden vaurioiden aiheuttaja on rakenteeseen kulkeutuva kosteus [Gjørsv 2009; Suomen Betoniyhdistys 2002; Basheer et al. 1996]. Kosteus pääsee julkisivulle tyypillisesti viistosateena. Varsinkin tiiviillä pinnoitteilla käsitellylle julkisivupinnalle syntyy helposti sateen aikana vesikalvo. Tällöin suuria määriä vettä

kulkeutuu epäjatkuvuuskohtien ja halkeamien yli. Julkisivun halkeamat ja huonosti toteutetut vesipeltien liitokset tarjoavat tälle kosteusmäärälle esteettömän pääsyn rakenteen sisään. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

Betonin huokosverkostossa olevan veden jäätyminen rapauttaa betonia. Jäätyminen aiheuttaa huokosverkostoon hydraulisen paineen, joka aiheuttaa halkeamia ylittäessään betonin lujuuden. Lämpötilan laskiessa 0 °C alapuolelle vesi betonin suurimmissa huokosissa alkaa jäätyä. Pienten geelihuokosten sisältämä vesi on paineen alaisena ja säilyy nestemäisenä pidempään. Kun osa vedestä on jäänyt, syntyy epätasapainotila, ja nestemäistä vettä alkaa kulkeutua kohti jäätyviä huokosia muodostaen lisää jäätä. Hydraulinen paine johtuu sekä jään tilavuuden kasvusta että jäljelle jääneen veden kulkeutumisesta jäätyville alueille. Paineen suuruus on suhteessa veden kulkeutumismatkaan. [Pigeon & Pleau, 1995]. Halkeamat heikentävät betonin kantavuutta ja avaavat uusia reittejä kosteuden kulkeutumiselle.

Toistuva jäätyminen ja sulaminen mahdollistavat kosteuden kulun edemmäs rakenteeseen pitäen joidenkin alueiden kosteuden pitkään korkeana. Lämpötilan kohotessa jään tilavuus laajenee vielä ennen sulamista lämpöliikkeiden ansiosta edistäen halkeamista. Pakkasvaurioitumisen aiheuttamat halkeamat näkyvät julkisivussa elementtien kaareutumisena halkeilun johdosta laajenevan ulkopinnan pullistuessa ulospäin. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

Betonia voidaan suojata pakkasrapautumista vastaan kasvattamalla betonin lujuutta tai suojahuokostuksella, joka luodaan betoniin erityisten lisäaineiden, huokostimien avulla [Suomen Betoniyhdistys, 2002]. Lujuus vaikuttaa betonin tiiveyteen vähentäen kapillaaristen huokosten määrää betonissa. Kapillaaristen huokosten määrää täytyy pyrkiä rajoittamaan, koska huokostilavuuden kasvaessa myös jäätyvän veden määrä kasvaa yli suojahuokosten toimintakyvyn. [Neville, 1995, s. 545]. Suojahuokokset ovat halkaisijaltaan n. 50 µm, pyöreitä ei-kapillaarisia huokosia. Veden jäätyminen aiheuttama paine pääsee purkautumaan suojahuokosiin ennen kuin se aiheuttaa vaurioita. Oikeanlaisen toiminnan edellytyksenä on, että suojahuokostuksen tulee olla riittävä ja huokosten riittävän lähekkäin ja tasaisesti jakautuneena betoniin. Molemmille huokostuksen ominaisuuksille on annettu vaatimustaso tavoiteltaessa hyvää pakkasenkestävyyttä. Suojahuokossuhde kertoo suojahuokosten suhteellisen osuuden betonin koko huokostilavuudesta. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

### **2.3.3. Raudoitteiden korroosio**

Suojaamaton teräs ruostuu kosteuden vaikutuksesta muodostaen teräksen pinnalle korroosiotuotteita, joiden vaatima tilavuus on huomattavasti alkuperäistä teräsmäärää suurempi. Teräsbetonirakenteissa korroosio aiheuttaa rakenteen kantavuudelle vaaraa toimivan teräspoikkileikkauksen pienentyessä sekä teräksen ja betonin välisen tartunnan heikentymisen kautta, kun syntynyt ruostekerros toimii betonin ja teräksen välissä

laakerikerroksena. Korroosiotuotteiden tilavuuden kasvu aiheuttaa betoniin pakkovoimia, jotka kasvaessaan liian suureksi lohkaisevat betonia. Lohkeaminen tapahtuu herkimmin lähellä pintaa olevien terästen ympäriltä aiheuttaen näkyviä korroosiovaurioita. Terästen korroosio ei alkuvaiheessa näy ulospäin. Vasta korroosiotuotteiden aiheuttamat lohkeamat kertovat käynnissä olevasta, usein jo pitkälle edenneestä korroosiosta. [Mattila & Pentti, 2004].

Betoniraudoitteiden korroosiosuojaus perustuu betonin huokosveden luontaisesti hyvin korkean alkalisuuden aiheuttamaan teräksen passivoitumiseen. Teräksen pinnalle syntyy passiivinen kalvo, joka estää korrosoivien aineiden pääsyn teräkseen. Betonin alkalisuus voi laskea joko ilman hiilidioksidin vaikutuksesta pitkän ajan kuluessa tai äkillisesti betoniin kulkeutuneiden kloridien aiheuttamana. pH:n laskiessa terästä suojaava passiivinen kalvo poistuu ja teräs asettuu jälleen tilaan, jossa korroosio on mahdollinen. [Broomfield, 1997].

Ilmassa olevan hiilidioksidin aiheuttamaa betonissa tapahtuvaa neutraloitumisreaktiota kutsutaan karbonatisoitumiseksi. Betonin huokosiin tunkeutuvan hiilidioksidin ja betonin huokosveden kalsiumhydroksidin reagoidessa betonin pH laskee. Kalsiumhydroksidi kuluu reaktiossa, ja syntyy reaktiotuotteita, joiden pH on neutraali. Karbonatisoitumisen alkuvaiheessa uutta kalsiumhydroksidia liukenee huokosveteen pitäen pH-arvoa yllä. Lopulta kalsiumhydroksidin vähetessä pH laskee. [Broomfield, 1997].

Betonin karbonatisoituminen alkaa rakenteen pinnalta ja kulkee ajan kuluessa rintamana rakenteen sisään. Aluksi karbonatisoituminen on nopeaa. Karbonatisoitumisen edetessä syvemmälle rakenteeseen, sen eteneminen betonin huokosissa vaikeutuu ja etenemisnopeus hidastuu. [Suomen Betoniyhdistys, 2002]. Parin vuosikymmenen ikäisissä rakenteissa karbonatisoituminen etenee keskimäärin enää likimain neljäsosamillin vuodessa. Karbonatisoituminen ei etene, jos hiilidioksidin pääsy kosketuksiin betonin kanssa estyy esimerkiksi veden tunkeutuessa betonin huokosiin. Suuren kosteusrasituksen alueilla karbonatisoituminen onkin huomattavasti hitaampaa. [Mattila & Pentti, 2004, s.11-12]. Yleisesti karbonatisoitumisen etenemistä kuvataan Tuutin [1982] neliöjuurimallilla, joka voidaan esittää kaavamuodossa seuraavasti:

$$x = k \cdot \sqrt{t} \quad (1)$$

missä  $x$  = karbonatisoitumissyvyys [mm]

$t$  = aika vuosina [a]

$k$  = karbonatisoitumiskerroin [mm/ $\sqrt{a}$ ].

Terästä ympäröivään betoniin tunkeutuvat kloridit voivat käynnistää korroosion jo ennen kuin karbonatisoituminen on ehtinyt terästen syvyydelle. Kloridikorroosio on

pistemäistä ja hyvin voimakasta, jota betonin karbonatisoituminen entisestään kiihdyttää. Mahdollisia kloridilähteitä ovat aiemmin betonin kiihdyttiminä käytetyt suolat, jäänsulatussuolat ja tuulen kuljettama merivesi. [Suomen Betoniyhdistys, 2002]. Suomessa kloridien esiintyminen julkisivurakenteissa on harvinaista [Lahdensivu et al., 2010, s. 29].

Rakenteita voidaan suojata korroosiolta käyttämällä riittävän suuria suojabetonipaksuuksia ja pyrkimällä estämään kosteuden, kloridien ja hiilidioksidin pääsy rakenteisiin. Teräksiä voidaan suojata betonin karbonatisoitumisesta johtuvaa korroosiota vastaan pinnoitteilla tai varmemmin myös kloridikorroosiota vastaan käyttämällä ruostumattomia raudotteita. Erityisten karbonatisoitumista hidastavien pinnoitteiden käyttäminen ei ole mielekäästä, koska korjausikään ehtineen rakennuksen julkisivuissa karbonatisoituminen on jo luonnostaan hyvin hidasta. Korroosio ei etene kuivassa rakenteessa. [Mattila & Pentti, 2004].



## **3. BETONIJULKISIVUN KUNTOTUTKIMUS JA BEKO -TIETOKANTA**

### **3.1. Kuntotutkimus**

#### **3.1.1. Kuntotutkimuksen tavoite**

Betonijulkisivun kunto selvitetään systemaattisella kuntotutkimuksella. Tutkimuksessa pyritään selvittämään julkisivun tila tutkimushetkellä, vaurioitumisen aste ja laajuus, vaurioitumiseen johtaneet syyt sekä vaurioiden vaikutus ja eteneminen. Tutkimusten perusteella annetaan, mikäli korjaus- tai suojaustarpeita esiintyy, korjaustapasuositus tai perustellusti suositella korjaamatta jättämistä. Systemaattista tutkimusta ohjaavat Suomessa ”BY42 Betonijulkisivun kuntotutkimus” -käsikirjassa ennalta määritetyt toimintamallit, ohjearvot ja näytemäärät, jotka ohjaavat tutkimuksia ja näytteenottoa. Noudatettaessa tätä systematiikkaa saadaan vertailukelpoisia tuloksia riippumatta mm. kuntotutkimuksen tekijästä. Koska kuntotutkimus toteutetaan otantana, siihen sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta johtuen mm. näytteenottopaikkojen valinnasta. Tämä epävarmuus on otoksiin perustuvassa tutkimuksessa tiedostettava. Julkisivunäytteissä esiintyvistä hajonnasta johtuen tulosten analysoinnilla on keskeinen vaikutus lopputulokseen ja kuntotutkijan kokemus sekä tietämys betonirakenteiden vaurioitumisesta korostuvat. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

#### **3.1.2. Tutkimuksen kulku ja näytteenotto**

Kuntotutkimus alkaa esiselvitysvaiheella, missä kohteen piirustusten ja alustavan tilannearvion perusteella arvioidaan kohteen tutkimustarpeet ja suunnitellaan soveltuvat tutkimusmenetelmät ja näytteenotto. Esiselvityksen tuloksena syntyy kenttätutkimusten työsuunnitelma. Varsinaisessa kenttätutkimuksessa tehdään kohteen perusteellinen silmämääräinen tarkastelu ja mittaukset sekä näytteenotto laboratoriokokeita varten suunnitelman mukaisesti. Mittaustuloksia on pystyttävä analysoimaan jo kenttätutkimusten aikana, jolloin näytteenottoa voidaan tarpeen vaatiessa suunnata soveltumaan paremmin kohteeseen. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 66 – 79].

Kuntotutkimuksessa rakenteesta hankitaan tietoa rinnakkaisilla menetelmillä, joita ovat rakennusasiakirjojen ja -suunnitelmien tarkastelu, silmämääräiset havainnot kohteessa, kenttämittaukset ja laboratoriokokeet. Asiakirjoista saadaan nopeasti selville tarkasteltavan rakennuksen rakenteet. Silmämääräisillä havainnoilla selvitetään kohteessa esiintyvien vaurioiden vähimmäismäärä sekä rakennetyypit ja suojaustason

puutteet. Kenttä- ja laboratoriomittauksin voidaan todentaa rakenteiden materiaaliominaisuudet ja vaurioitumisen tila. Kenttätutkimusten ja silmämääräisten havaintojen perusteella voidaan myös varmentaa piirustustiedon paikkansapitävyys. Menetelmät antavat tietoa vaurioitumisesta useaa eri kautta, millä pyritään parantamaan otoksiin perustuvan kuntotutkimuksen luotettavuutta. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 62 – 63].

Laboratoriokokeita varten julkisivusta otetaan näytteitä. Tyypillisesti näytteet ovat halkaisijaltaan 50 mm betonilieriöitä, jotka ulottuvat sandwich-elementin ulkokuoren läpi. Yhden näytteen edustavuus koko julkisivun osalta on vähäinen. Selvästi yksittäisestä vaurioituneesta kohdasta otettu näyte vääristää tuloksia kun näytemäärä on pieni. Jotta näytteenotto saadaan mahdollisimman virheettömäksi, tulisi näytteenottokohdat valita sattumanvaraisesti koko julkisivun osalta niin, että kaikki julkisivutyypit tulevat yhtäläisesti edustetuiksi. Tavallisesti tämä tarkoittaa likimain 20 näytettä tutkittavaa rakennusta kohden. Toisaalta silmämääräisesti saadaan helposti tarkastettua laajoja alueita ja edustavuus on laaja, mutta menetelmä ei anna niin tarkkaa tulosta kuin laboratoriokoe. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 82 – 85].

### **3.1.3. Mittausmenetelmät ja laboratoriokokeet**

Vaikka konkreettisia mittausmenetelmiä ja laboratoriokokeita on esitelty kuntotutkimusohjeessa laajasti, silmämääräisen tarkastelun merkitys on keskeinen. Tarkastelulla saadaan kattava yleiskuva kohteesta sekä havaitaan selvät vauriokohdat ja puutteet. Selvästi rapautuneen julkisivun tapauksessa tarkempia tutkimusmenetelmiä ei välttämättä tarvita, jos korjaustapa voidaan määrittää suoraan. [Suomen Betoniyhdistys, 2002].

Yksinkertaisin kenttätutkimusmenetelmä on julkisivun vasarointi laajoilta alueilta. Vasaran iskusta aiheutuva ääni ja lyönnin kimmoisuus kertovat, onko kohdan betoni pitkälle rapautunutta. Menetelmä on edullinen, nopea ja sen edustavuus on hyvä. Vasaroinnilla voidaan selvittää selvästi rapautuneen julkisivun laajuus. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 98]. Julkisivun betonin vetolujuus kuvaa karkealla tasolla pakkasrapautumistilannetta. Vetolujuus voidaan määrittää julkisivusta porattujen näytelieriöiden vetokokeen perusteella. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 103 – 105]. Betonin pakkasenkestävyyttä kuvaava suojahuokossuhde määritetään punnitsemalla koekappaleita eri kosteuspitoisuuksissa ja määrittämällä massojen eroista suojahuokosten osuus. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 105 – 106].

Ohuthietutkimus tarkoittaa näytelieriöstä valmistetun ohuthienäytteen mikroskoopilla tehtävää tarkastelua. Ohuthie on betonin rapautumisen tutkimisen perusmenetelmä, jolla saadaan yksityiskohtaista tietoa mm. betonin pakkasenkestävyydestä, halkeilusta, huokosten täytteisyydestä, karbonatisoitumissyvyydestä sekä pintatarvikkeiden tartunnasta ja asbestipitoisuudesta. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 101 – 103].

Raudoitteiden peitepaksuusmittaus tehdään tarkoitusta varten kehitetyllä peitepaksuusmittarilla julkisivun pinnalta ja on ainetta rikkomaton tutkimusmenetelmä. Mittauksia on helppo tehdä laajoilta alueilta, jolloin edustavuudesta saadaan laaja. Mittaustulokset kirjataan ylös ja niistä muodostetaan peitepaksuusjakaumat rakennetyypeittäin. Hyvin pienten, alle 5 mm peitepaksuuksien osuutta ei yleensä voida luotettavasti mitata. Nämä hyvin pinnassa olevat raudoitteet ovat usein jo aiheuttaneet näkyviä vaurioita, jotka kirjataan silmämääräisen tarkastelun aikana. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 94 – 96].

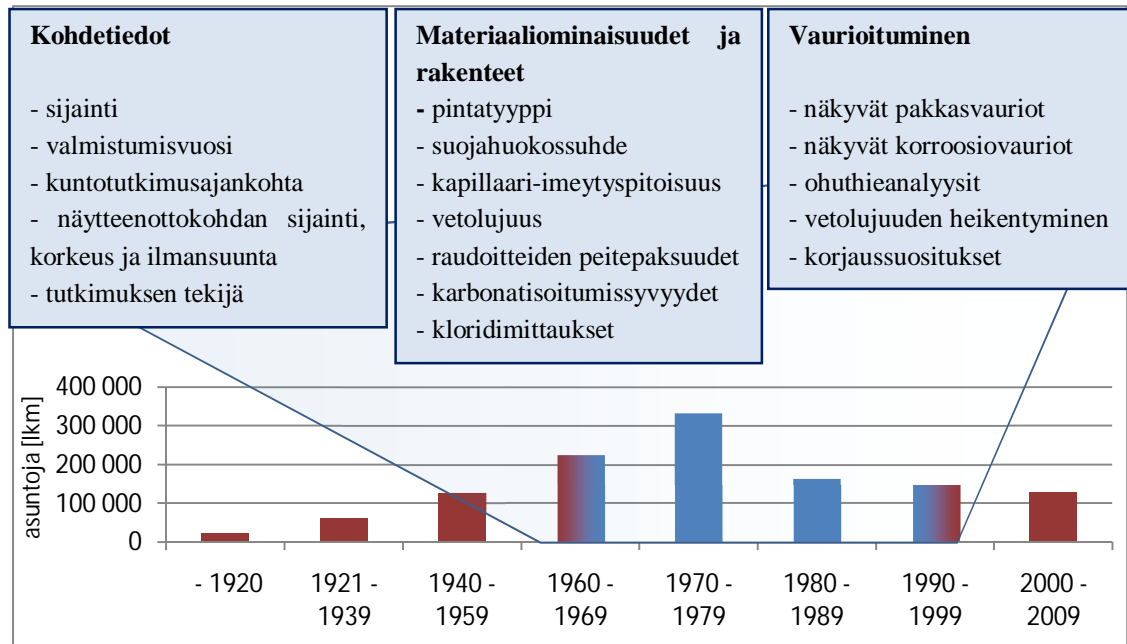
Karbonatisoitumissyvyys mitataan näyteliieriöiden pinnalta kenttätutkimusten yhteydessä pH-indikaattorin avulla. Usein käytetty indikaattori on fenoliftaleiiniliuos, joka värjää karbonatisoitumattoman betonin punaiseksi. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 91 – 94].

Betonin kloridipitoisuus mitataan suomalaisen kuntotutkimuskäytännön mukaan jokaisesta kohteesta. Mittaus tehdään talteen keräystä porajauhasta, joka liuotetaan veteen. Mittauslaitteisto selvittää happoliuoksen kloridi-ionikonsentraation, joka on näytteen punnituksen perusteella yleistettävissä betonin kloridipitoisuudeksi. [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 96 – 98].

### 3.2. BeKo -tietokanta

Luku pohjautuu BeKo –tutkimusprojektin loppuraporttiin ”Betonijulkisivujen korjausstrategiat”. [Lahdensivu et al. 2010].

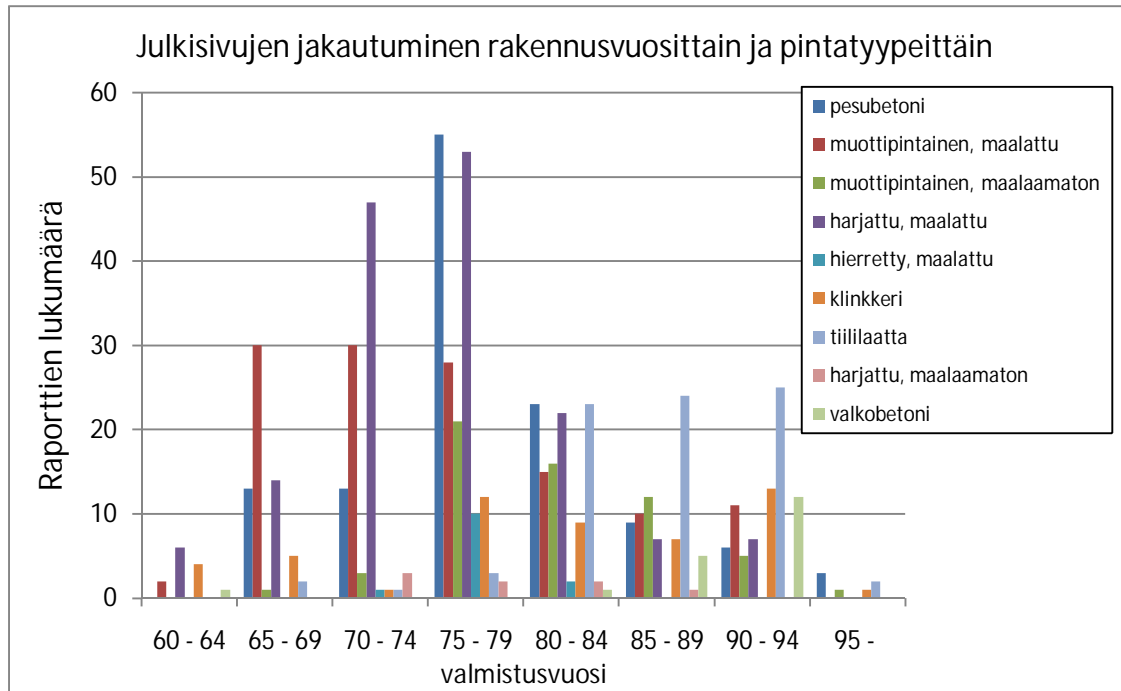
BeKo –tietokanta on Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitoksen toimesta kerätty laaja tietokanta betonijulkisivujen kuntotutkimusaineistosta. Tietokanta on kerätty ”*Betonijulkisivujen ja –parvekkeiden korjausstrategiat*” –projektin aikana vuosina 2006 – 2009. Kuntotutkimuksia on tehty Suomessa betonijulkisivuille jo kahdenkymmenen vuoden ajan ja tutkittuja kohteita on kertynyt satoja. Edellisessä luvussa käsitelty kuntotutkimusten systematiikka on mahdollistanut tietokannan keräämisen, koska nyt jokaisesta tutkitusta rakennuksesta on saatavilla samoja asioita mittaavaa ja samanlaisilla menetelmillä saatua vertailukelpoista tietoa. Tietokanta sisältää kaikkiaan 947 rakennusta aikaväliltä 1960 - 1995 ja yhteensä lähes 7000 yksittäistä mittaustietoa, joista n. 3900 on julkisivuista yli 700 kohteesta ja n. 2800 on parvekerakenteista yli 330 kohteesta. Tietokannassa olevista rakennuksista suurin osa on rakennettu 1970 – 1980 -luvulla. 1960-luvun alun ja 1990-luvun rakennuksien osuus on vähäinen. Kuva 3.1 sisältää kaavion tietokantaan tallennetuista tiedoista.



**Kuva 3.1.** BeKo-tietokannassa edustettuna olevat aikakaudet (sin.) ja tietokantaan tallennetut kuntotutkimustiedot

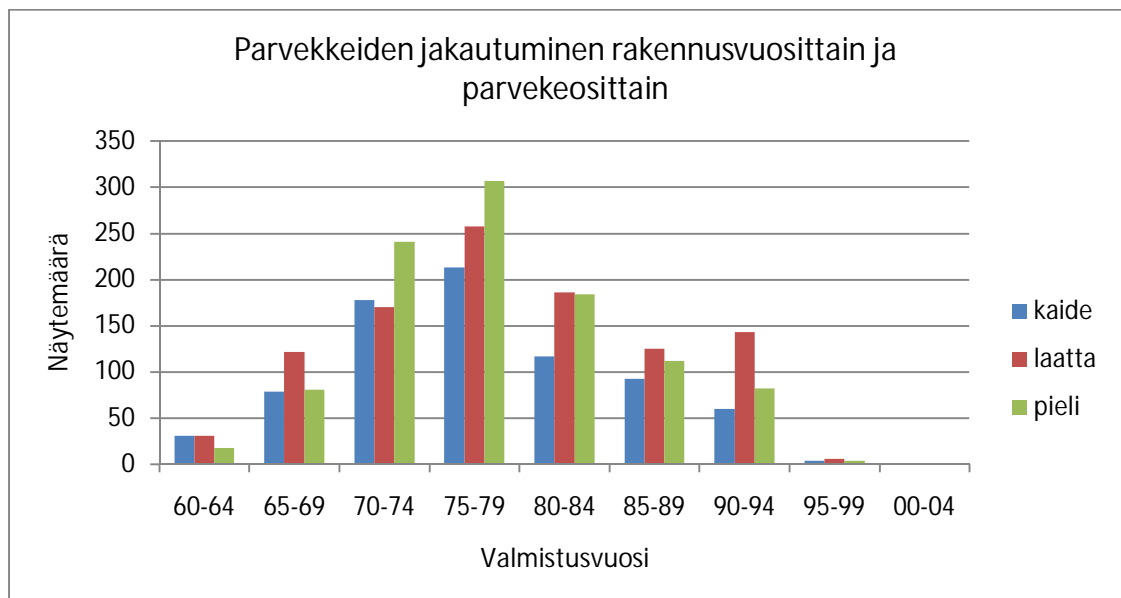
Tietokanta sisältää jokaisen kohteen yleistiedot ja tutkimustulokset julkisivun pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttavista ominaisuuksista sekä vaurioitumisen nykytilasta. Betonin ominaisuuksista on kirjattu näytekohtaisesti suojahuokossuhteet, kapillaari-imeytyspitoisuus ja betoninäytteen vetolujuus sekä karbonatisoitumissyvydet. Raudoitteiden osalta tietokantaan on sisällytetty mm. peitepaksuusmittaustulokset ja raudoitetyypit. Tietokannassa on myös tutkimusten perusteella annetut korjaustapasuosituks sekä kuntotutkimusten luotettavuuteen ja laajuuteen liittyviä tunnuslukuja. Tietokanta on tallennettu Excel-taulukoihin.

Aineisto jakautuu maantieteellisesti neljään alueeseen: Helsingin seutuun, sisämaahan, rannikkoon ja Pohjois-Suomeen. Erilaiset maantieteelliset jaot ovat mahdollisia tietokantaan talletettujen postinumeroiden perusteella. Kaikki tietokannan julkisivut ovat betonirakenteisia, mutta ne voidaan pintamateriaalin mukaan jakaa yhdeksään pintatyyppiin, jotka ovat pesubetoni, harjattu maalattu, harjattu maalaamaton, muottipintainen maalattu, muottipintainen maalaamaton, hierretty, klinkkeri, tiililaatta ja valkobetoni. Eri pintatypit on mielekäästi erottaa toisistaan niiden erilaisten ominaisuuksien vuoksi. Erilaiset ominaisuudet johtuvat mm. pintatarvikkeiden ominaisuuksista ja elementin valmistustavasta. Pintatypit jakautuvat eri aikakausittain kuvan 3.2 mukaisesti. Kuvassa raporttien lukumäärä tarkoittaa tietokannan luomiseksi läpikäytyjen kuntotutkimusraporttien määrää. Yksi raportti sisältää usein useamman rakennuksen kuntotutkimuksen. Parvekerakenteiden osalta aineisto on yhtenäinen, johtuen siitä, että parvekerakenteet ovat olleet pintatyyppiltään ja rakenteeltaan hyvin samankaltaisia kaikkina aineiston aikakausina. Parvekeaineisto on jaettu parvekeosittain pieliseiniin, laattoihin ja kaiteisiin. Jakauma on esitetty kuvassa 3.3.



**Kuva 3.2.** BeKo-tietokannassa edustettuna olevat julkisivun pintatyypit rakennusvuosittain

Suurimmat näytemäärät ovat harjattupintaisella maalatulla sekä pesubetonipintaisella julkisivulla. Molemmat pintatyypit ovat yleisiä 70-luvun rakennuskannassa. Myös muottipintaiset maalatut, tiililaattapintaiset ja klinkkeripintaiset julkisivut ovat aineistossa hyvin edustettuina. Vähäisimmät määrät tietokannassa ovat hierrettyjä pintaisia, harjattuja maalaamattomia ja valkobetoni-pintaisia julkisivuja.



**Kuva 3.3.** BeKo-tietokannassa edustettuna olevat parvekkeet rakennusvuosittain

Parvekekaiteiden näytemäärä aineistossa on 775 kpl, laattojen 1065 kpl ja pieliseiniä 1028 kpl. Parvekeaineistossa korostuu julkisivujen tavoin 70- ja 80-luku. Kaide-elementtien näytemäärä on hieman muita osia pienempi.

## 4. BEKO -VAURIOITUMISMALLI

Luku pohjautuu BeKo –tutkimusprojektin loppuraportin ”Betonijulkisivujen korjausstrategiat” lukuun 6 täydentäen sitä [Lahdensivu et al. 2010].

### 4.1. Yleiset periaatteet

#### 4.1.1. Tiedon käsittely

BeKo -tutkimuksessa kehitetty vaurioitumismalli perustuu luvussa 3.2 esiteltyyn kuntotutkimustietokantaan. Mallin tarkoitus on määrittää julkisivujen keskimääräinen korjaustarve rakennusjoukossa, kun siihen sisältyvien erilaisten betonijulkisivujen määrä ja ikä tunnetaan. Mallissa oletetaan että tarkasteltavan rakennusjoukon vaurioitumisen eteneminen vastaa keskimäärin vaurioitumista BeKo -tietokannassa. Käytännössä siis vaurioitumismalliin tallennettua tietoa eri-ikäisten ja -tyyppisten julkisivujen vaurioitumisesta verrataan omaan rakennusjoukkoon. Oletus on perusteltu tarkasteltaessa suurta rakennusjoukkoa, jolloin rakennuskohtaiset erot tasoittuvat. Yksittäisen rakennuksen korjaustapaa ei voida selvittää mallin avulla.

Tietyn ikäisen ja tiettyä pintatyyppiä edustavan julkisivun vaurioitumista tarkastellaan käyttämällä tietokannasta vain saman ikäisten ja samaa pintatyyppiä olevien julkisivujen tietoja. Käytettävät tiedot rajataan reunaehtojen perusteella, joita ovat julkisivun pintatyyppi, valmistumisvuosi ja rakennuksen sijainti. Julkisivun vaurioituminen voidaan vaurioitumismallilla määrittää näiden kolmen ominaisuuden avulla. Pintatyyppi ja valmistumisvuosi yhdessä määräävät julkisivuissa käytetyt materiaalit ja rakenteet, valmistumisvuosi antaa tiedon siitä, kuinka kauan julkisivu on altistunut säärasitukselle, ja rakennuksen sijainti kertoo säärasituksen voimakkuuden. Jokaiselle eri-ikäiselle ja -tyyppiselle joukolle lasketaan omat vaurioiden määrät, jotka lopuksi summataan yhteen. Laskentatyön vähentämiseksi voidaan julkisivuista muodostaa iän mukaan esimerkiksi viiden vuoden ikäryhmiä.

Vaurioitumismallille muodostuu käyttöalue BeKo –tietokannassa olevien pintatyyppien ja rakennusten ikäjakauman perusteella sekä vaatimalla, että tarkasteluun on aina käytettävissä vähintään kymmenen näytettä. Käyttöalue sisältää julkisivun pintatyyppikohtaisesti ne valmistumisvuodet, jonka ikäisten julkisivujen vaurioitumista mallin avulla voidaan tarkastella. Taulukossa 4.1 on esitetty vaurioitumismallin tietokannan pintatyyppien valmistumisvuodet, kokonaisnäytemäärä ja käyttöalue. Yleisimpien julkisivutyyppien käyttöalueet kattavat hyvin lähes koko BeKo–aineiston

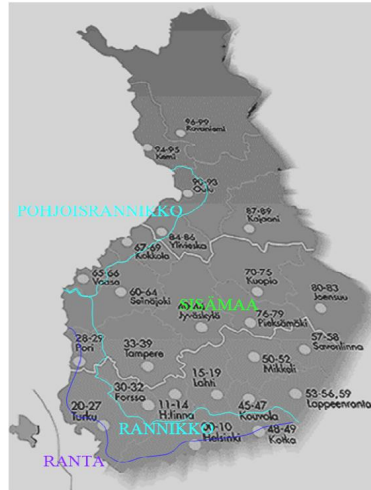
aikajakson 1960 – 1995. Harvinaisemmilla pintatyypeillä, hierretty-, harjattu maalaamaton- ja valkobetonipintaisilla käyttöalue jää kapeimmaksi.

**Taulukko 4.1.** Tietokannassa olevat julkisivun pintatyypit sekä niiden valmistumisvuodet ja kokonaisnäytemäärä. Vaurioitumismallin käyttöalue määräytyy vuosista jolloin näytemäärä on tilastolliseen tarkasteluun riittävä.

<i>Julkisivun pintatyyppi</i>	<i>valm. vuodet</i>	<i>kok. näytemäärä</i>	<i>käyttöalue</i>
Harjattu maalaamaton	1971 – 1985	46	1968 – 1980
Harjattu maalattu	1962 – 1993	1374	1965 – 1993
Muottipintainen maalaamaton	1968 – 1993	164	1968 – 1993
Muottipintainen maalattu	1960 – 1993	412	1965 – 1995
Pesubetonipintainen	1967 – 1996	946	1966 – 1994
Hierrettyypintainen	1975 – 1977	16	1973 – 1978
Klinkkeripintainen	1963 – 1993	299	1965 – 1995
Tiililaattapintainen	1968 – 1993	484	1976 – 1995
Valkobetonipintainen	1964 – 1994	86	1984 – 1995
Parvekkeet	1965 - 1995	2868	1965 – 1995

Kun tarkasteltava valmistumisvuosi on valittu, kuntotutkimustulokset poimitaan mukaan tarkasteluun valitun vuoden ympäristöstä ennalta määritellyn suuruiselta alueelta. Näin parannetaan vaurioitumismallin toimintavarmuutta, koska yksittäisen vuoden vähäinen tietojen määrä voidaan paikata viereisten vuosien tiedoilla. Valmistumisvuosien yhdistämisen ei oleteta vääristävän tuloksia, koska rakentamisen tekniikat ja materiaalit ovat muuttuneet hitaasti. Vaurioitumismallissa tarkasteltavan aikajakson suuruus on kaksi vuotta eteen ja taaksepäin valitusta tarkasteluvuodesta, jolloin muodostuu viiden vuoden tarkastelujaksoja. Jakson pituudeksi valittiin viisi vuotta, jotta voidaan haluttaessa luontevasti muodostaa tarkasteltavasta rakennusjoukosta viiden vuoden ikäryhmiä.

Rakennukset jaetaan sijainnin perusteella vaurioitumismallissa yksinkertaistetusti kahteen kategoriaan, sisämaahan ja rannikkoon. BeKo -aineistosta on tehty aikaisempia tarkasteluja myös tarkemmalla maantieteellisellä jaolla, joissa ei ole ilmennyt selviä eroja eri luokkien välillä [Weijo, 2008, s. 86 – 96]. Jako tehdään tietokantaan tallennettujen postinumeroiden perusteella ja on kuvan 4.1 mukainen niin, että sekä pohjoisrannikko, rannikko että ranta muodostavat yhdessä rannikkoalueen. Sisämaa on kuvan mukainen. Käyttäjän on myös tunnettava vaurioitumismallissa käytetty maantieteellinen jako, jotta tarkasteltava rakennusjoukko osataan sijoittaa oikein.



**Kuva 4.1.** BeKo-aineiston jako rasitusolosuhteiden mukaan eri alueisiin [Weijo, 2008, s. 87]

Eri puolilla Suomea valmistetun betonin ominaisuudet eivät painotu alueellisesti, vaan ominaisuuksien hajonnan voidaan katsoa olevan samanlainen. Ympäristön rasitustekijät sen sijaan muuttuvat siirryttäessä maan sisäosista rannikkoalueille aiheuttaen eroja eri puolilla Suomea sijaitsevien rakennusten julkisivujen vaurioitumisessa. [Lahdensivu et al., 2010]. Julkisivujen vaurioituminen vaihtelee laajasti myös aivan paikallisista eroista johtuen esimerkiksi siitä, sijaitseeko rakennus avonaisella vai suojaisalla tontilla. Tyypillisesti rakennuksen eteläjulkisivulla vaurioitumistekijät ovat muita julkisivuja ankarampia. [Suomen Betoniyhdistys, 2002]. Yksilöllisestä vaihtelusta johtuen tietokannasta tehdyillä päätelmillä ei voida määrittää yksittäisen rakennuksen vaurioitumista, vaan malli soveltuu suuren rakennusjoukon tilastolliseen tarkasteluun. Mallin käyttäminen yksittäisen rakennuksen korjaustavan valintaan voi johtaa liian kevyen tai vastaavasti liian raskaan korjaustavan valintaan, koska rakennuksen yksilöllisiä ominaisuuksia ei ole huomioitu. Käytännössä yksittäisen rakennuksen korjaussuunnittelun perustaksi tarvitaan aina täysimittainen julkisivun kuntotutkimus.

Tietokannassa oleva tieto on sidottu kuntotutkimushetkeen. Osa tutkimuksista on tehty 1990-luvulla, osa 2000-luvulla. Kuntotutkimus sisältää paljon pysyvää tietoa rakenteiden ominaisuuksista, mutta mm. vaurioitumisesta kerätty tieto vanhenee. Jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia ja sovellettavissa nykyhetkeen, vaurioitumista jatketaan kuntotutkimushetkestä tarkasteluhetkeen vaurioitumisen etenemisen mallien avulla.

#### **4.1.2. Jakaumista korjausmääräksi ja määrästä korjauskustannuksiksi**

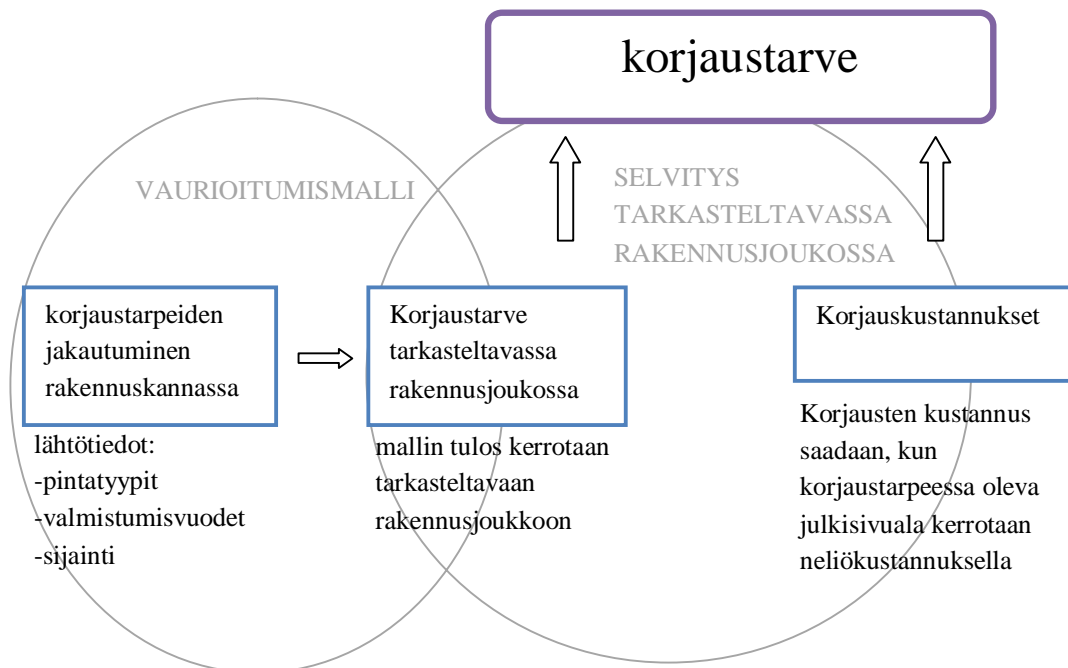
Julkisivun korjauksessa käytettävä menetelmä määräytyy korjattavan julkisivun piirteiden mukaan sille tehdyn kuntotutkimuksen perusteella. Vaurioitumismallilla ei ole tarkoitus korvata kuntotutkimusta yksittäisen rakennuksen korjaustavan määrittämisessä vaan päästä tarkastelemaan julkisivujen korjaustarvetta ja sen aiheuttamia kustannuksia suuremmassa rakennusjoukossa. Korjaustarve määritetään



betonin pakkasrapautumisen ja raudotteiden korroosion kautta ja ilmoitetaan laajuuden mukaan korjausmenetelmänä. Korjausmenetelmät on yksinkertaistettu kolmeen laajuudeltaan eriasteiseen korjaustapaan, jotka ovat suojaava pinnoitus, paikkauskorjaus ja julkisivun peittävä, lisälämmöneristyksen sisältävä korjaus sekä ”ei korjaustarvetta”. Eriasteisiin korjauksiin päädytään näkyvien vaurioiden laajuuden ja julkisivujen vaurioitumiseen vaikuttavien ominaisuuksien perusteella. Korjaustarpeen määrittäminen eri vaurioitumismekanismien kautta esitetty luvuissa 4.2 ja 4.3.

Pakkasrapautumisesta johtuva korjaustarve jakautuu ennakointisovelluksessa yhteensä viiteen ryhmään, jotka ovat ”Ei korjaustarvetta”, ”Ei suojausmahdollisuutta”, ”suojaava pinnoitus”, ”paikkaus ja pinnoitus” sekä ”peittävä korjaus”. Raudotteiden korroosiovaurioiden korjausmenetelmä on laastipaikkaus. Jokaisen korjausvaihtoehdon osuus julkisivuista lasketaan vaurioitumismallin avulla. Osuus muunnetaan korjattaviksi julkisivumääräksi kertomalla rakennusjoukon kokonaisjulkisivumäärällä. Käytännössä selvitetään tyyppitalo ts. keskimääräinen julkisivun koko ja kerrotaan tämä rakennusten määrällä rakennusjoukossa. Mallissa oletetaan, että yksi julkisivu- $m^2$  vastaa lähes yhtä asunto- $m^2$ . Oletus vastaa matalan 3-5 kerroksisen rakennuksen tapauksessa hyvin todellisuutta. Tätä korkeampien rakennusten osalta oletus on epätarkka. Kertomalla korjattavan julkisivun määrä kyseisen korjaustavan neliökustannuksella, saadaan selville korjausten kokonaiskustannus.

Rakennusjoukon julkisivujen korjaustarpeiden määrittäminen vaurioitumismallin avulla on esitetty kuvassa 4.2.



**Kuva 4.2.** Korjaustarpeen määrittäminen vaurioitumismallin avulla

## 4.2. Pakkasrapautuminen

### 4.2.1. Muuttujat

Betonin pakkasrapautumisen todennäköisyyteen ja nopeuteen vaikuttaa oleellisesti betonin huokosrakenne. Kapillaarisesti täyttyvien huokosten määrä betonissa lisää pakkasrapautumisen riskiä, koska yhä enemmän vettä pääsee imeytymään betoniin ja jäätyessään tarvitsee suuremman tilan. Betonin lujuutta kasvattamalla voidaan vähentää kapillaaristen huokosten määrää ja parantaa betonin pakkasenkestävyyttä. Ei-kapillaariset huokokset pysyvät ilmatäytteisinä ja kasvattavat betonin pakkasenkestävyyttä luoden huokostilavuuden, johon veden jäätyessä aiheuttama paine voi purkautua. Suojahuokossuhde kuvaa ei-kapillaaristen huokosten osuutta betonin koko huokostilavuudesta ja se mitataan aina kuntotutkimuksen yhteydessä otetuista näytteistä. Vertaamalla suojahuokossuhteen ja ohuthietutkimuksissa havaitun betonin pakkashalkeilun vastaavuutta, suojahuokossuhteen on myös todettu kuvaavan betonin pakkasenkestävyysominaisuuksia hyvin, kun tarkastellaan suurta rakennusjoukkoa [Weijo, 2008]. Suojahuokossuhteen arvoja on BeKo -tietokannassa runsaasti ja määrästä johtuen on perusteltua käyttää suojahuokossuhdetta muuttujana pakkasrapautumisen tarkastelussa.

Betonia, jonka suojahuokossuhde ylittää arvon 0,20, pidetään yleisesti pakkasenkestävänä. Puutteellinenkin huokostus vähentää pakkasvaurion riskiä kuitenkin niin, että alle 0,10 suojahuokossuhteessa huokostus ei enää toimi. [Lahdensivu et al. 2010]. Vauriomalli sisältää betonin jaon neljään luokkaan suojahuokossuhteen perusteella. Jako ja kuvaus luokkien pakkasenkestävyydestä on esitetty seuraavassa taulukossa 4.2.

**Taulukko 4.2.** Betonirakenteiden jako neljään pakkasenkestävyysluokkaan suojahuokossuhteen perusteella

<i>Suojahuokossuhteen arvot, neljä luokkaa</i>	
suojahuokossuhde, pr $\geq 0,20$	pakkasenkestävä
suojahuokossuhde, pr $0,15 - 0,19$	puutteellinen pakkasenkestävyys
suojahuokossuhde, pr $0,10 - 0,14$	huono pakkasenkestävyys
suojahuokossuhde, pr $< 0,10$	ei pakkasenkestävä

Suojahuokossuhteen 0,20 ylittävä betoni katsotaan pakkasenkestäväksi. Ainoastaan tämän raja-arvon alittavassa betonissa pakkasrapautuminen on mahdollista. Mitä alhaisempi betonin suojahuokossuhde on, sitä todennäköisempää ja nopeampaa rapautuminen on. Suojahuokossuhteeltaan riittämättömään betoniin syntyy ennen pitkää pakkasvaurioita. Vaurioitumisen edetessä pakkasvauriot alkavat muodostua silmin näkyviksi vaurioiksi.

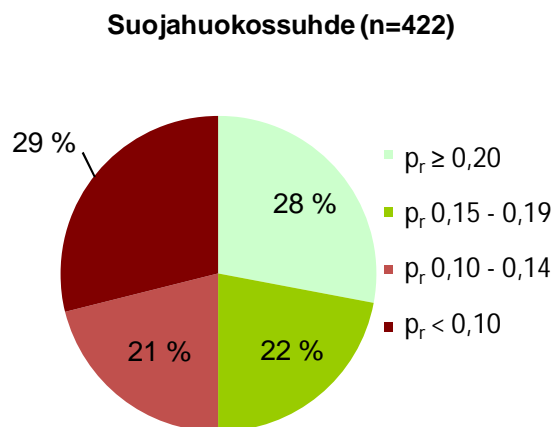
Vaurioitumismallissa vaurioiden olemassaoloa kuvaavat pakkasvaurioitumisesta tehdyt silmämääräiset havainnot. Havainnot jaetaan kolmeen luokkaan: ”Ei näkyvää”, ”Paikallista” ja ”Laaja-alaista”, jotka on tietokannassa koodattu samassa järjestyksessä arvoiksi 1, 2 ja 3. Jako on esitetty taulukossa 4.3. Näkyvien pakkasvaurioiden luokka määrää vaurioitumismallissa julkisivun korjaustavan.

**Taulukko 4.3.** Näkyvä pakkasrapautuminen jakautuu kolmeen luokkaan

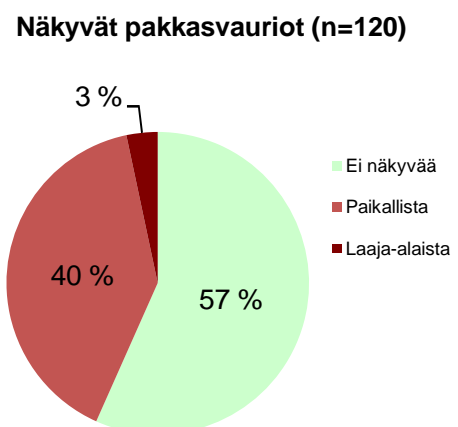
*Silmin näkyvä pakkasrapautuminen, kolme luokkaa*

- 1, Ei näkyviä vaurioita
- 2, Paikallisia vaurioita
- 3, Laaja-alaisia vaurioita

Kuvat 4.3 ja 4.4 esittävät pakkasrapautumisen tarkastelun lähtötietoja vuosina 1970 – 1974 valmistuneille harjatuille maalatuille julkisivuille. Suojahuokossuhteen arvojen kohdalla  $n$  on näytemäärä ja näkyvien pakkasvaurioiden kohdalla  $n$  on kohteiden lukumäärä.



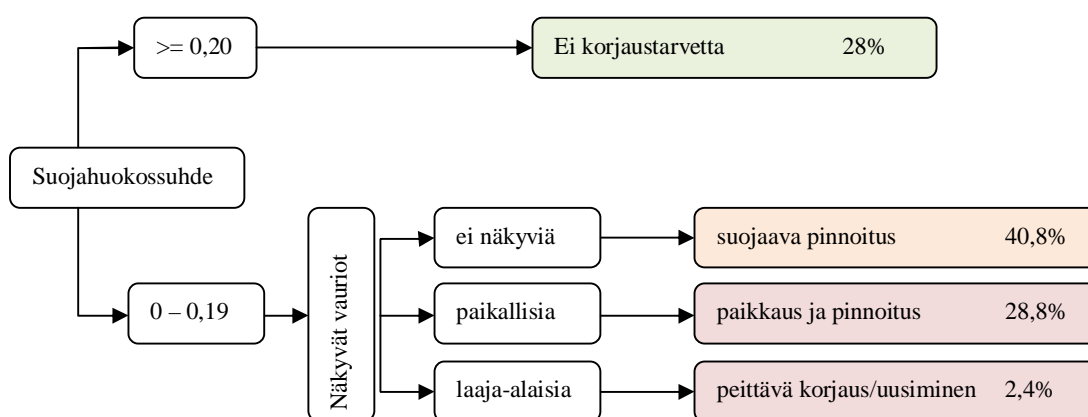
**Kuva 4.3.** Suojahuokossuhteet 1970 - 1974 harjatuissa maalatuissa julkisivuissa



**Kuva 4.4.** Näkyvät pakkasvauriot 1970 – 1974 harjatuissa maalatuissa julkisivuissa

#### 4.2.2. Pakkasrapautumisen tilanne

Pakkasrapautumisen laajuus arvioidaan käyttämällä edellä mainittuja muuttujia. Suojahuokossuhteen mittaustiedosta suodatetaan esiin tarkasteltavana aikajaksona valmistuneita rakennuksia koskevat tulokset ja luokitellaan. Kuvassa 4.5 on esitetty vaurioitumismallin käyttämä päätöspuu aikakauden 1970 – 1974 harjattujen maalattujen julkisivujen pakkasrapautumiselle. Kuvan lukuarvot ovat vuoden 2010 tarkasteluhetkelle. Periaate on sama kaikille julkisivun pintatyypeille kuitenkin niin, että pinnoitustyyppinen korjaus ei ole mahdollinen epätasaisille pinnoille kuten pesubetoni tai erillisiä pintatarvikkeita sisältäville klinkkerilaatta- ja tiililaattapintaisille julkisivuille. Näissä tapauksissa, kun vaurioitumista ei ole vielä silmin havaittavissa, lisätään tämä osuus ei-korjattaviin kategoriaan ”Ei suojausmahdollisuutta”.



**Kuva 4.5.** Pakkasrapautumisen arvioinnin päätöspuu

Päätöspuussa julkisivut jaetaan vaurioitumisalttiisiin ja pakkasenkestäviin suojahuokossuhteen mittaustulosten perusteella. Arvon 0,20 ylittävien katsotaan olevan pakkasenkestäviä eivätkä ne vaurioitu pakkasrapautumisen kautta. Esimerkin tapauksessa tämä osuus on 28 %. Osuus ei muutu tarkasteluhetkeä siirrettäessä, koska suojahuokossuhteen oletetaan olevan ajan suhteen muuttumaton betonin ominaisuus. Suojahuokossuhteen 0,20 alittavat ovat vaurioitumisalttiita ja johtavat korjaustoimenpiteisiin. Esimerkissä vaurioitumisalttiiden julkisivujen osuus on jäljelle jäävä 72 %. Vaurioalttiit rakenteet jaetaan näkyvän vaurioitumisen perusteella kolmeen luokkaan, joista jokaiselle ehdotetaan systemaattisesti korjaustoimenpidettä. ”Ei korjaustarvetta” käsittää sen osuuden rakennuksista, jotka eivät ole pakkasrapautumisen kautta välittömässä korjaustarpeessa. Ryhmään ”Suojaava pinnoitus” kuuluvat ne rakennukset, joiden pakkasrapautuminen ei vielä ole edennyt näkyviksi vaurioiksi. Tästä ryhmästä eriytyvät ryhmään ”Ei suojausmahdollisuutta” ne rakennukset, joiden julkisivulle suojaavan pinnoituksen käyttö ei ole mahdollista. Ryhmään ”paikkaus ja pinnoitus” kuuluvat rakennukset, joissa jo esiintyy paikallisia vaurioita ja ryhmään ”peittävä korjaus” ne rakennukset, joissa vauriot ovat laaja-alaisia. Taulukossa 4.4 on esitetty korjaustoimenpiteiden laskennan kulku.

**Taulukko 4.4.** Laskutoimitukset

suojahuokossuhde	näkyvät pakkasvauriot	laskutoimitus	korjaustoimenpide
suurempi tai yhtäsuuri kuin 0,20	28 %		
alle 0,20	72 %		
	ei näkyviä	57 %	72 % x 57 % = 40,8 %
	paikallisia	40 %	72 % x 40 % = 28,8 %
	laaja-alaisia	3 %	72 % x 3 % = 2,4 %
			suojaava pinnoitus
			paikkaus ja pinnoitus
			peittävä korjaus

Saadut tulokset voidaan yleistää koskemaan rakennusjoukkoa suoraan niin, että kyseisen aikakauden harjattujen maalattujen julkisivujen osalta 40,8 % tulisi suojata suojaavalla pinnoitteella, 28,8 % korjata laastipaikkausmenetelmin ja 2,4 % tulisi



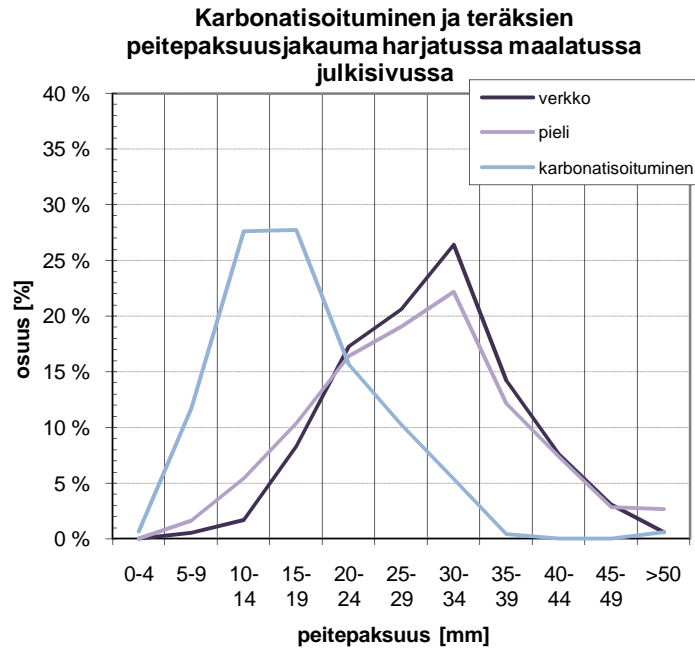
Vaikka vaurioiden etenemistä lasketaan lineaarisesti, näkyvän pakkasrapautumisen luokkajako määrää esitetyn korjaustarpeen. Julkisivu siis siirtyy paikallisiin vaurioihin vasta, kun ajan mukaan kasvava näkyvien vaurioiden funktio ylittää paikallisten vaurioiden rajan. Vaurioituminen kasvaa siis kehitetyn mallin mukaan hyppäyksiä eikä tasaisesti etenemisfunktion mukaan. Jos rapautuminen lähtee liikkeelle tilanteesta, jolloin näkyviä vaurioita ei ole, vie sisämaassa sijaitsevan, suojahuokossuhteen 0,10 – 0,14 betonirakenteen vaurioiden eteneminen paikallisiksi 25 vuotta ja edelleen laaja-alaisiksi 50 vuotta. Vastaavan suojahuokossuhteen rakenne rannikolla vaurioituu paikallisesti 15 vuodessa ja laaja-alaisesti 30 vuodessa. Vastaavasti vaurioitumisaika voidaan lukea muillekin tapauksille kuvasta 15. On tehty oletus, että yli 0,2 suojahuokossuhteen betoni ei rapaudu, eikä näitä arvoja siten esiinny kuvassa.

### **4.3. Raudoitteiden korroosio**

#### **4.3.1. Muuttujat**

Raudoitteiden korroosiosuojaus betonirakenteissa perustuu betonin alkalisuuden seurauksena syntyneeseen teräksen passivoitumiseen. Tästä syystä teräksen päälle vaaditaan korroosiolta suojaava betonipeite. Betoniraudoitteet viedään vähintään betonipeitepaksuuden verran betonin sisään. Teoriassa, kun karbonatisoituminen saavuttaa raudoitteen betonipeitepaksuuden, korroosio on mahdollista. Kuntotutkimusohjeen mukaan raudoitteiden korjausmäärää arvioidaan karbonatisoituneessa betonissa olevien teräksien määrän kautta [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 125 – 129].

Betonin karbonatisoitumissyvyys sekä raudoitteiden betonipeitepaksuuksia mitataan kuntotutkimuksen yhteydessä ja mitattuja syvyyksiä on tietokannassa paljon. Raudoitteiden betonipeitepaksuudet on tallennettu tietokantaan jakaumana pinnasta 50 mm syvyydelle betoniin 5 mm jaolla. Vaurioitumismallissa käytetään samaa esitystapaa. Karbonatisoitumissyvyys on tallennettu jokaiselle näytteelle sekä keskimääräisenä että maksimiarvona ja karbonatisoitumiskertoimenä, joka on laskettu keskimääräisestä arvosta näytteen iän perusteella. Karbonatisoitumissyvyudet muutetaan sovellusta varten betonipeitepaksuuksia vastaavaan jakaumamuotoon. Kuvassa 4.7 on esimerkki lähtöaineiston yhden julkisivun pintatyyppin betonipeitepaksuusjakaumasta sekä karbonatisoitumissyvyyksistä muutettuna samaan jakaumamuotoon.



**Kuva 4.7.** Karbonatisoitumissyvyyden ja peitepaksuuksien jakauma harjattupintaissa julkisivuissa

Pitkälle edennyt korroosio ilmenee näkyvinä vaurioina. Kuntotutkimuksen yhteydessä tehdään silmämääräinen tarkastelu näkyvien korroosiovaurioiden osalta ja kirjataan ylös vastaava luokitus kuin pakkasvaurioista: ”ei näkyviä”, ”paikallisia” ja ”laaja-alaisia”.

#### 4.3.2. Korroosion määrä

Raudoitteiden korroosion arviointi perustuu korroosioalttiin teräsmäärän laskentaan. Sovelluksessa teräksen katsotaan voivan ruostua, jos se on karbonatisoituneen betonin ympäröimänä. Kun tiedetään raudoitteen peitepaksuuksien ja karbonatisoitumisen jakaumat, niiden avulla lasketaan sovelluksessa korroosioalttiin teräksen määrä vyöhykeperiaatteen mukaisesti [Suomen Betoniyhdistys, 2002, s. 125 - 128].

Yhdellä syvyysvyöhykkeellä oleva korroosioaltis teräsmäärä saadaan kertomalla tietystä vyöhykkeessä betonissa olevan raudoituksen määrä tämän vyöhykkeen ylittävien karbonatisoitumissyvyyksien osuudella. Määrään lisätään vielä sama raudoituksen määrä kerrottuna tämän vyöhykkeen karbonatisoitumisen osuuden puolikkaalla, koska käytettäessä vyöhykkeen keskimääräisiä arvoja, puolet alueen arvoista ylittää ja puolet alittaa tämän keskiarvon. Kuvassa 4.8 on esitetty korroosioalttiin teräksen määrän laskenta.

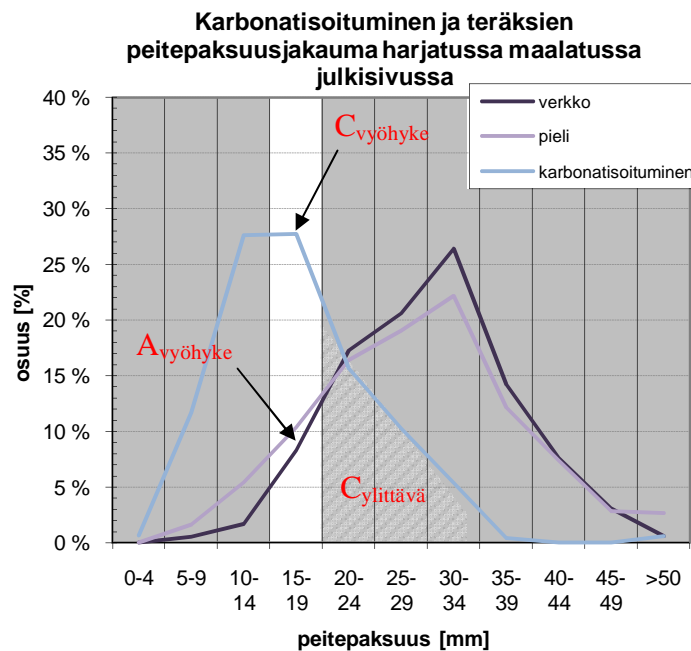
$$teräsmäärä_{vyöhyke} = A_{vyöhyke} \cdot C_{ylittävä} + A_{vyöhyke} \cdot \frac{C_{vyöhyke}}{2} \quad (2)$$

missä  $A_{vyöhyke}$  = raudoituksen määrä tarkastelusyvyydellä

$C_{ylittävä}$  = tarkasteltavan vyöhykkeen ylittävän karbonatisoitumisen osuus

$C_{vyöhyke}$  = tarkasteltavalla vyöhykkeellä oleva karbonatisoitumisen osuus.

Tarkasteltava rakenne jaetaan syvyysvyöhykkeisiin samalla 5 mm jaolla kuin peitepaksuusdata on ilmoitettu tietokannassa. Korroosioalttiin teräksen määrä lasketaan jokaisessa vyöhykkeessä ja riippuen halutusta tarkastelusyvyvyydestä, lasketaan yhteen tälle syvyydelle kertyvillä vyöhykkeillä esiintyvät korroosioalttiit raudoitemäärät. Yleisesti tarkastelusyvyvyytenä käytetään 5 mm, joka on tyypillisin näkyviä vaurioita aiheuttavien raudoitteiden syvyys, tai 10 mm, jota on pidetty taloudellisesti kannattavan paikkauskorjauksen rajana. Syvyys voidaan vaurioitumismallissa valita vapaasti, jolloin 5 mm vyöhykkeen sisäiset arvot interpoloidaan lineaarisesti. Tässä diplomityössä esitettyssä korjaustarvelaskelmassa paikkaussyvyvyydeksi valitaan 10 mm.



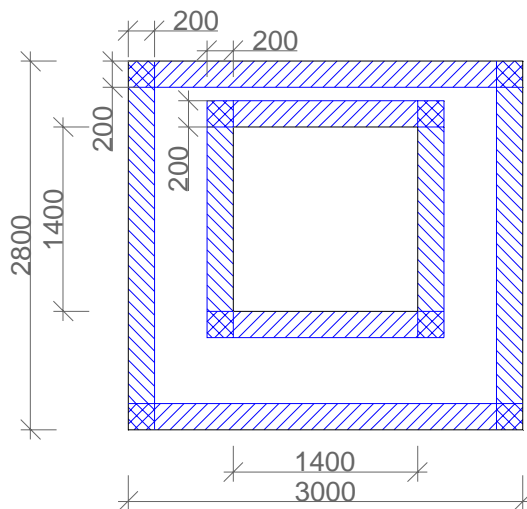
**Kuva 4.8.** Korrosoituvan teräsmäärän laskeminen vyöhykkeittäin

Laskennan tuloksena saadaan korroosioalttiin teräksen prosenttiosuus kokonaisraudoitusmäärästä. Kuvan 17 tapauksessa korroosioalttiiden pieliterästen osuus on 7,6 % syvyydellä 15 – 19 mm betonin pinnasta. Jos päätettäisiin paikata pieliraudoitteet 19 mm syvyydelle, paikattaisiin siis tämän 7,6 % lisäksi myös raudoitteet syvyyksiltä 0 – 14 mm. Taloudellisista syistä paikkauskorjauksille asetetaan rajasyvyys, johon asti paikkaukset ulotetaan. Rajasyvyys määritetään, koska raudoitteita ei ole tarkoituksenmukaista tai taloudellista paikata teoreettiseen karbonatisoitumissyvyyteen asti. Tällöin rakenteeseen jää korjauksen jälkeenkin korroosiotilassa olevia raudoitteita, mikä aiheuttaa riskin korjauksen käyttöiän suhteen. Vyöhykkeittäisen laskennan avulla korroosioalttiin teräksen määrä saadaan selville jokaisella syvyydellä, ja halutessa voidaan hakea paikkaussyvyys, joka on optimaalinen jäljelle jäävän käyttöiän kannalta, mutta myös taloudellisesti järkevä. Riski voidaan laskea esimerkiksi rakenteeseen jäävän korroosioalttiin teräsmäärän osuutena kokonaisteräsmäärästä.

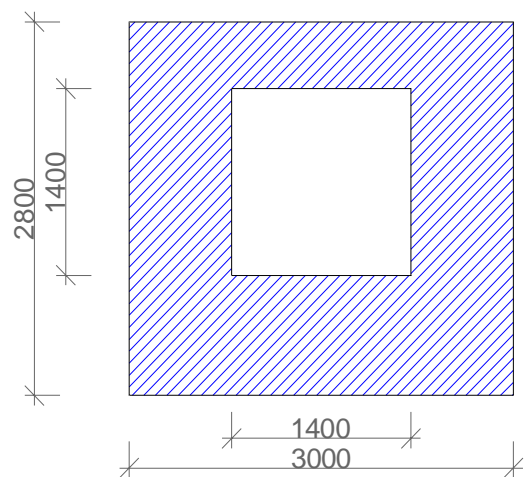


### 4.3.3. Korroosio julkisivupinta-alana

Raudoitteiden korjaustarve halutaan ilmoittaa korjattavina neliömetreinä, jotta pakkasrapautumisen ja raudoitteiden korroosion vaikutukset voidaan lopulta laskea yhteen. Vyöhykeperiaatteen mukainen laskenta antaa tulokseksi ruostuvan teräksen prosentuaalisen osuuden. Yleensä julkisivujen raudoitteiden korroosikorjausmääriä lasketaan juoksumetreinä. Korjaukset myös hinnoitellaan juoksumetreissä. Tässä työssä raudoituksen korjausmäärät ja korjauskustannukset muutetaan ilmoitetuksi julkisivupinta-alaa kohden. Muunnos tehdään arvioimalla kuinka suuren pinta-alan julkisivuelementin ulkokuoren rauditus yhteensä vaatii. Julkisivuelementin ulkokuoren rauditus koostuu verkkoraudoituksesta sekä elementin ja ikkuna-aukon reunoja kiertävästä pieliraudoituksesta kuvien 4.9 ja 4.10 mukaisesti. Verkkorauditus ulottuu koko elementin alueelle ja voidaan ajatella vyöhykeperiaatteen osuuden vastaavan suoraan julkisivuneliötä. Pieliraudoituksen osuus julkisivun pinta-alasta arvioidaan olettamalla pieliterästä ympäröivän julkisivukaistan leveydeksi 20 cm ja laskemalla tämän oletuksen avulla pieliterästen vaatima pinta-ala. Laskennassa on pakko tehdä oletus pieliteräskaistasta, koska muulla tavoin ei voida ottaa huomioon pieliteräksien sijoittumista elementissä. Rakennus koostuu tyypillisesti sekä ikkuna-aukollisista pitkän sivun elementeistä että aukottomista päätyelementeistä. Pitkän sivun ruutuelementeissä on näin ollen, ikkuna-aukot huomioiden, enemmän pieliraudoitusta kuin päädyn elementeissä.



**Kuva 4.9.** Pieliraudoituksen viemä pinta-ala ruutuelementissä



**Kuva 4.10.** Verkkoraudoituksen viemä pinta-ala ruutuelementissä

Seuraavassa lasketaan eri raudoitustyyppien kokonaismäärä julkisivuneliötä kohden. Näitä kertoimia käytetään muunnettaessa mallin antamaa vaurioituneen raudoituksen osuutta vaurioituneeksi pinta-alaksi.

Verkkoraudoitus pinta-alana:

$$A_{verkko} / j \cdot m^2 = 1 \quad (3)$$

Pieliteräkset pinta-alana:

ruutuelementissä:

$$A_{pieli} / j \cdot m^2 = \frac{3,1m^2}{6,4m^2} = 0,48 \quad (4)$$

umpielementissä:

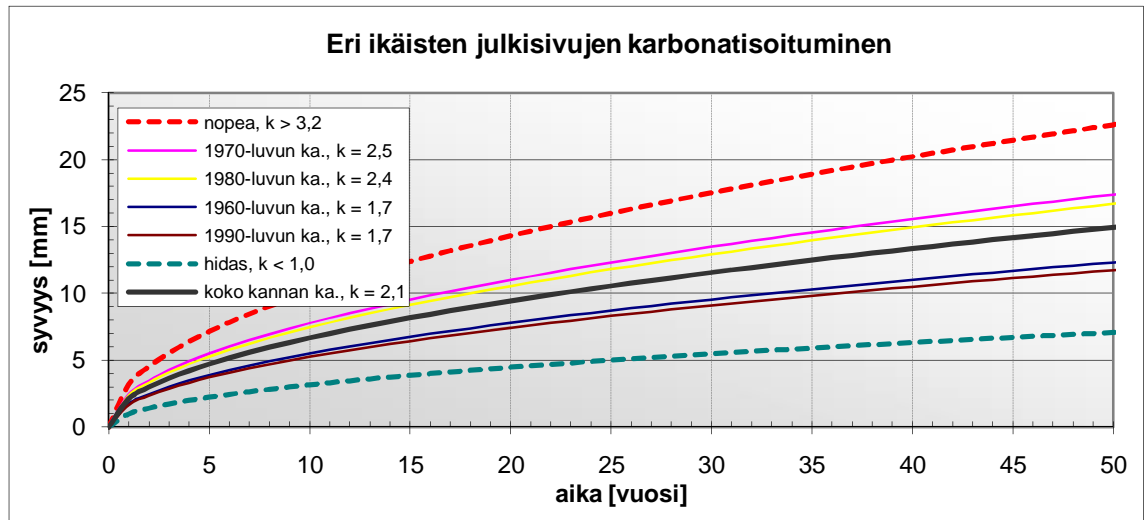
$$A_{pieli} / j \cdot m^2 = \frac{2,2m^2}{8,4m^2} = 0,26 \quad (5)$$

#### 4.3.4. Vaurioiden eteneminen

Korroosiovaurioiden eteneminen betonirakenteissa jaetaan yleisesti kahteen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe käsittää karbonatisoitumisen etenemisen rakenteen pinnalta raudoitteiden syvyydelle. Tämä vaihe on korroosion käynnistymisvaihe, jossa ei vielä synny varsinaisia vaurioita vaan raudoitteiden korroosiosuojaus poistuu. Korroosion alkamishetkestä näkyvän korroosiovaurion syntyyn kuluva aikaa kutsutaan yleisesti aktiivisen korroosion vaiheeksi. [Tuutti, 1982].

Usein raudoituksen käyttöikä käsitetään käynnistymisvaiheen mittaiseksi, ja näin on myös tehty tämän vaurioitumismallin yhteydessä. Menettelyn käyttöä perustelee se, että se on suoraviivainen ja yksinkertainen toteuttaa sovelluksena ja tietoa karbonatisoitumisen etenemisestä on paljon saatavilla kuntotutkimuksista. Toisaalta menettelemällä näin saadaan arvio, joka on varmalla puolella. Käyttöikä on siis varmuudella pidempi, kuin mallissa oletettu. Tässä työssä hyväksytään mallissa oleva virhe, koska arvio jää varmalle puolelle. Mallin parantamiseksi on keskityttävä korroosiomallin kehittämiseen niin, että voidaan perustellusti ottaa huomioon myös aktiivisen korroosion vaihe.

Vaurioitumismallissa korroosion käynnistymisvaihe kuvataan luvussa 2.3.3 esitellyn neliöjuurimallin avulla, joka kuvaa karbonatisoitumisen etenemistä betonissa. Vaihe käsittää ajan rakennuksen valmistumisvuodesta tarkasteluhetkeen. Mallissa jokaista tietokannassa olevaa karbonatisoitumisen mittaustietoa jatketaan valittuun tarkasteluhetkeen saakka käyttäen tietokannassa olevia karbonatisoitumiskertoimen arvoja. Karbonatisoitumisen jatkamisen jälkeen korroosioalttiin raudoituksen määrä lasketaan uudestaan. Karbonatisoitumisen eteneminen neliöjuurimallin kaavan (1) mukaan on esitetty kuvassa 4.11.



**Kuva 4.11.** Karbonatisoitumisen eteneminen BeKo –tietokantaan tallennettujen eri vuosikymmenten karbonatisoitumiskertoimien keskiarvojen mukaan

Käynnistymisvaiheen pituus riippuu myös betonin ominaisuuksista määräytyvästä karbonatisoitumiskertoimesta. Neliöjuurimallin mukaan betonijulkisivu karbonatisoituu 5 mm syvyydelle keskimäärin 5,5 vuodessa ja syvyydelle 10 mm keskimäärin 22,5 vuodessa.

Käynnistymisvaiheen päättymisen jälkeen alkaa aktiivisen korroosion vaihe. Karbonatisoitumisen saavutettua teräkset vaurioitumista ei siis vielä ole tapahtunut, vaan edellytykset vaurioitumiselle ovat olemassa. Riittävän kosteuden vallitessa aktiivinen korroosio alkaa. Kosteuspitoisuus vaikuttaa korroosion nopeuteen varsinkin betonin suhteellisen kosteuden ylittäessä 90 % RH korroosionopeus kasvaa voimakkaasti. [Tuutti, 1982]. Julkisivurakenteiden kosteuspitoisuus ylittää tämän rajan jatkuvasti mikä tarkoittaa, että aktiivinen korroosio on julkisivuissa nopeaa. Rakenteiden käyttöiän kannalta aktiivisen korroosion vaihe on merkityksellinen ja sitä tulisi tutkia tarkemmin, jotta se voitaisiin ottaa huomioon mallinnuksessa.

#### 4.4. Ennakointisovellus versio 2009

Vaurioitumismallin periaatteiden mukaan on tehty Excel-pohjainen sovellus kiinteistöjen korjausstrategian suunnittelun työkaluksi. Ennakointisovelluksen avulla voidaan tarkastella eri aikakausina rakennettujen julkisivujen korjaustarpeissa esiintyviä eroja pintatyyppikohtaisesti. Sovelluksen avulla saadaan arvio pakkasrapautumisen sekä raudotteiden korroosion kautta tapahtuvasta julkisivujen vaurioitumisesta sekä korjaustarpeesta perustuen kuntotutkimustietokannan jakaumiin. Vuoden 2009 versio antaa pintatyyppikohtaisesti korjaustarpeiden jakautumisen julkisivuissa ja laskee neliökustannuksen erillisille korjaustoimenpiteille sekä kokonaisneliökustannuksen. Tarkasteluhetki voidaan valita vapaasti ja sitä voidaan muuttaa vaurioitumisen etenemisen tarkastelemiseksi. Edustettuina ovat tietokannan kaikki yhdeksän pintatyyppiä ja parvekerakenteet sekä rannikko- ja sisämaailmaston vaikutus

vaurioitumisen nopeuteen. Sovelluksen antamat tulokset eivät sovellu yksittäisten rakennusten korjaustarpeiden määrittämiseen. Kuvassa 4.12 on esitetty sovelluksen alkusivu sekä valinnat ja niiden toiminta.

Sovellus valmistui vuoden 2009 lopulla ja luovutettiin BeKo -projektiin osallistuneiden yritysten käyttöön. Sovellus sisältää vuoteen 2009 mennessä tietokantaan kerätyn kuntotutkimusaineiston ja sen optimaalisin käyttöalue on 1970- ja 1980-luvulla valmistuneet julkisivut. Tarkoituksena on päivittää sovelluksen tietokanta n. 5 – 10 vuoden kuluttua vastaamaan paremmin myös 1990-luvun rakennuskantaa.

1. Valitse tarkasteltava rakennusvuosi ja rakennusten sijainti alasetovalikosta. (Vaihtoehdot saadaan esille klikkaamalla valikon oikeassa reunassa olevaa nuolta.)

2. Kirjoita tarkasteluvuosi sille varattuun soluun. (Tuplaklikkaa ja kirjoita)

3. Aseta korjaustoimenpiteiden hinnat ja kustannusten korjauskertoimen vastaamaan tarkasteluhetken tilannetta. Hinnat voidaan kirjoittaa niille varattuihin soluihin. (merkitty vihreällä pohjavärillä) Kerroin voidaan säätää joko painikkeilla +/-, jolloin hyppäys on 0,05 tai kirjoittamalla kertoimen arvo sille varattuun soluun. (Tuplaklikkaa ja kirjoita) Kertoimen arvo 1,00 vastaa vuoden 2009 kustannustasoa.

4. Siirry tulossivulle valitsemalla oikea pintatyyppi. Sovellus ilmoittaa, mikäli valittu vuosi on käyttöalueen ulkopuolella eli kyseisen valmistusvuoden julkisivujen määrä pintatyyppissä on liian vähäinen. Tässä tapauksessa pintatyyppin kohdalla painikkeen alla lukee "EI KÄYTÖSSÄ". Jos laajennusta on käytettävä, painikkeen alla lukee "LAAJENNETTAVA"

**Kuva 4.12.** Ennakointisovelluksen toiminnot [Lahdensivu et al., 2010, s. 75]

Tällä sovelluksella ei suoraan voida tarkastella jonkin useasta pintatyyppistä koostuva rakennusjoukon korjaustarpeita, vaan 2009 versiossa tulosten sovittaminen haluttuun rakennusjoukkoon jää käyttäjän tehtäväksi. Sovelluksella tehdään arviot tarvittavista julkisivuista ja tulokset kootaan erilliseen laskentaan aluearvion tekemistä varten. Tämä diplomityö vaatii useiden alueiden tarkastelua ja paljon laskentaa, joten sovellusta päivitetään mahdollistamaan suoraan aluekokonaisuuksien korjaustarpeiden laskennan.

## 5. TYÖN TOTEUTUS

### 5.1. Rakennuskannan inventointi

#### 5.1.1. Otoksen määrittely ja kerättävät tiedot

Tutkimuksessa tarkastellaan aikakauden 1965 – 1995 asuinkerrostalojen betonielementtijulkisivujen vaurioitumista Suomessa. Tarkoituksena on selvittää luvussa 4 esiteltyä vaurioitumismallia hyödyntäen näiden julkisivujen vaurioitumisen tila nykyhetkellä ja korjaustoimenpiteiden rahallinen arvo, jos korjaukset tehtäisiin nyt. Lisäksi arvioidaan, ilman rahan arvon muutoksen vaikutusta, vaurioitumisen ja kustannusten etenemistä tapauksessa, jossa julkisivut vaurioituvat vapaasti. Toisin sanoen, vuosittain tehtävien julkisivukorjausten korjaustarvetta pienentävää vaikutusta ei oteta laskelmassa huomioon. Tarvittavat laskelmat tehdään vaurioitumismallin tietokonesovelluksella. Sovellus päivitetään työn yhteydessä. Tutkimuksen lähtötiedoiksi selvitetään Suomen asuinkerrostalojen ikäjakauma ja tieto eri pintatyyppien määristä sekä parvekkeiden ikäjakauma ja määrä. Nämä tiedot vaaditaan vaurioitumismallin lähtötiedoiksi. Lisäksi kerätään tietoa rakennusten keskimääräisestä julkisivun pinta-alasta ja korkeudesta, jotta voidaan määrittää työn rajaukseen kuuluvia rakennuksia kuvaava tyyppitalo, jolla kertomalla korjaustarvejakauma muutetaan määriksi. Kirjallisuudessa esitetyt julkisivun pinta-alat yleensä koskevat Suomen rakennuskantaa kokonaisuutena tai muuta laajaa rakennusjoukkoa, esimerkiksi kerrostaloja yleensä. Tarkoituksena on muodostaa tyyppitalo, joka kuvastaa aikakauden 1965 – 1995 asuinkerrostalojen keskimääräistä julkisivua paikkakuntaakohtaisesti.

Tutkittavan rakennusjoukon laajuuden vuoksi rakennuskannan lähtötiedot kerätään otantana. Otos pyritään valitsemaan niin, että kaikki pintatyyppit tulevat edustetuksi ja alueelliset poikkeavuudet eivät korostu aineistossa. Kaupungin lähiö on tyypillisesti muodostunut lyhyen aikajänteen sisällä ja kyseisen aikakauden tyyli korostuu vahvasti alueella. Esimerkiksi Helsingin Siltämäen kerrostalolähiö koostuu yksinomaan pesubetonipintaisista rakennuksista. Tästä syystä yhdestä lähiöstä tehty otos ei edusta koko kaupunkia oikein, vaan otos tulee hajauttaa koko kaupungin alueelle ja pyrkiä rajaamaan muilla keinoin.

Korjaustarpeen laskentaa varten valitaan viisi suomalaista kaupunkia sijainnin ja koon perusteella: Helsinki, Turku, Tampere, Jyväskylä ja Oulu. Näin katetaan kolmasosa rajauksen kerrostaloista ja sisällytetään otokseen molemmat tunnistetut vaurioitumisnopeuden kannalta toisistaan eroavat ilmastoalueet. Helsinki, Turku ja Oulu

edustavat rannikkoalueita ja Tampere ja Jyväskylä sisämaata. Kaikki tarkasteluun valitut paikkakunnat ovat väkimäärältään suuria, kasvaviksi seutukunniksi määritettyjä alueita. Näin päästään käsiksi suureen määrään rakennuksia.

Tampereen alueella tehdään perusteellinen inventointi ja kokeillaan erilaisia tiedonkeruumenetelmiä. Tampereen alue käydään läpi ensimmäisenä, ja siitä pyritään saamaan aineisto, johon muiden kaupunkien pienempiä otoksia voidaan verrata. Turku, Jyväskylä ja Oulu inventoidaan pienten otosten avulla. Helsingin alueelta kerätyn otoksen tulee olla suurempi, koska alue on kokonsa puolesta Suomen mittakaavassa merkittävä. Inventointi rajataan myös paikkakuntien sisällä käsittämään suurimmat kerrostaloalueet. Yksittäisten kerrostalojen vaikutuksen ajatellaan kokonaisuuden kannalta olevan vähäinen. Otoksissa ajatellaan rakennuksen julkisivu yhdeksi kokonaisuudeksi, joka käsittää rakennuksen kaikki neljä julkisivua. Helsingissä hyödynnetään mm. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston tekemiä inventointeja kerrostaloalueista. Muilla paikkakunnilla vastaavia inventointeja ei ole tehty.

### **5.1.2. Lähtötietojen hankinta**

#### **Tampere**

Tampereen alue inventoitiin 5.3. – 18.5.2010 välisenä aikana. Yhteensä Tampereen rakennusvalvontavirastossa käytettiin 12 työpäivää.

Tampereella inventointi tehtiin selaamalla Tampereen rakennusvalvontaviraston arkistoissa olevat työn rajaukseen kuuluvien rakennusten mikrofilmatut pääpiirustukset. Mikrofilmattuina ovat rakennusten pohjakuvat, yleisleikkaukset, julkisivut ja rakenneleikkaukset. Rakennusvalvontaviraston arkistoon on arkistoitu pääpiirustukset 1950-luvun puolivälistä nykypäivään. Sitä aikaisemmat piirustukset on arkistoitu kaupunginarkistoon. Mikrofilmit on lajiteltu arkistokaappeihin kaupunginosittain ja niiden sisällä kortteleittain ja tonteittain. Ennen vierailua valittiin Tampereelta tarkasteltaviksi Kaukajärvi, Hervanta, Peltolampi, Multisilta, Lentävänniemi, Pohtola, Haukiluoma, Lamminpää, Tohloppi, Tesoma, Kalkku ja Rahola. Tarkasteltavat alueet rajattiin käsittämään vain alueet, joilla on asuinkerrostaloja. Alueet rajattiin Tampereen virastokartasta otetuille valokopioille, joissa on nähtävissä korttelien ja tonttien numerointi. Kerrostaloksi hyväksyttiin kolme tai useampikerroksiset rakennukset, jotka Tampereen virastokartassa on eritelty. Inventoinnin eteneminen kirjattiin värittämällä karttakopiosta jo läpikäydyt alueet. Otoksen kokoa rajoitettiin siten, että rakennuksista otettiin mukaan tarkasteluun parilliset valmistumisvuodet. Parittomina vuosina valmistuneet rakennukset jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Tämä raja on systemaattinen eikä suosi mitään yhtä aikakautta tai pintatyyppejä.

Pääpiirustukset valokuvattiin arkiston katselulaitteen ruudulta myöhemmin tehtävää inventointia varten. Valokuvaamista varten selattiin läpi kaikki tarkasteltavaan alueeseen kuuluvat mikrofilmikortit ja selatessa tehtiin rajausta parillisiin ja parittomiin valmistusvuosiin. Vuosiluku luettiin korttiin printatusta tietueesta. Parittoman valmistusvuoden rakennukset ohitettiin suoraan ja merkittiin muistiin tukkimiehen kirjanpidolla kuinka monta rakennusta on ohitettu. Parillisen vuoden rakennusten pääpiirustukset katseltiin katselulaitteen avulla ja niistä valokuvattiin tarpeelliseksi katsotut piirustukset. Mikäli piirustus oli saatavilla rakennuksesta valokuvattiin pohjakuva, leikkaus, julkisivut ja rakennetyypit. Valokuvat tallennettiin jaoteltuna kaupunginosittain, kortteleittain ja tonteittain. Valokuvien perusteella kerättiin otos Tampereen rakennusten sijaintitiedoista, lupavuosista, pintatyypeistä, rakennusten muodosta ja parvekkeiden lukumäärästä. Tampereen otoksen yleisin pintatyyppi ovat maalatut harjattupintaiset julkisivut, joita on 193 rakennuksessa. Tiililaattapintaisia julkisivuja on 81 rakennuksessa ja pesubetonijulkisivuja 68 rakennuksessa. Lisäksi otos koostuu 13 klinkkeripintaisesta rakennuksesta, 11 valkobetonipintaisesta rakennuksesta ja 3 maalatusta muottipintaisesta rakennuksesta.

Kyseisen aikakauden rakentamisen dokumentointi on ollut vajavaista. Vuosiluvut eivät välttämättä täsmänneet piirustuksessa ja mikrofilmikortin tietueessa. Suuri osa kuvista oli ikänsä puolesta tai filmaamisesta johtuen epäselviä. Merkintätavat pintatyyppien osalta olivat pääpiirustuksissa ylimalkaisia ja nimeämiskäytännöt vaihtelivat eri toimistojen laatimien kuvien välillä. Edellä mainituista syistä kuvia on jouduttu jossain määrin yleistämään ja valitsemaan pintatyyppi aikakauden sopivimman mukaan tai tulkitsemaan kuvia muuten. Esimerkiksi 1970-luvun ”maalattu betoni” tai ”pinnoitettu betonielementti” tulkittiin maalatuksi harjattupintaiseksi julkisivuksi. Pistotarkastuksia on tehty todentamalla pintatyyppiä Google-karttahuilla ja kenttäkäynneillä. Nämä tarkastukset ovat vastanneet toisiaan, mutta tiedon keräämiseen tällä menetelmällä sisältyy silti epävarmuutta. Tiedonkeruun epävarmuuden vaikutusta tuloksiin arvioidaan tämän raportin luvussa 6.2.2 ”Tulosten luotettavuus”.

## **Jyväskylä**

Jyväskylän alueelta kerättiin sattumanvaraisesti n. 100 rakennusta sisältävä otos suurimmat asuinalueet jalkaisin kiertäen. Näistä rakennuksista 75 oli tutkimuksen rajaukseen sopivia betonielementtirakenteiset julkisivut omaavia aikakauden 1965 – 1995 asuinkerrostaloja. Otos kerättiin 17. – 18.8.2010 Asuinalueita kuvaaviin karttatulosteisiin merkittiin satunnaisesti kohteet, jotka käytiin paikan päällä havainnoimassa ja valokuvaamassa. Asuinalueiksi valittiin Jyväskylän keskusta, Kuokkala, Huhtasuon alue sekä Keltinmäki. Otos koostui satunnaisesti asunto-osakeyhtiöistä, Jyväskylän Vuokra-asuntojen, VVO:n ja SATO:n kohteista sekä opiskelija-asunnoista. Rakennuksen hallinnointimuodolla ei ajatella olevan vaikutusta julkisivun ominaisuuksiin mm. siksi, että rakentaminen on tuolloin ollut hyvin

standardoitua. Kohteista kirjattiin tunnistetieto, rakennusvuosi, pintatyyppi, kerroksien lukumäärä sekä parvekkeiden lukumäärä. Rakennusvuotena käytettiin rakennuksen hissien valmistusvuotta. Useat rakennukset olivat kolme tai neljä kerroksisia, eivätkä olleet varustettuja hissillä. Näiden rakennusten osalta rakennusvuosi hankittiin Internet-hauilla vuokrayhtiöiden kotisivuillaan ylläpitämistä rakennustietokannoista sekä asunto-osakeyhtiöiden osalta joko yritys- ja yhteisötietojärjestelmästä tai vuokra- ja myynti-ilmoituksista.

Otoksessa suurin ryhmä ovat pesubetonipintaiset julkisivut, joita on 32 rakennuksessa. Tiililaattapintaisia julkisivuja on 27 rakennuksessa ja harjattuja maalattuja 8 rakennuksessa. Lisäksi muottipintaisia maalattuja julkisivuja on neljässä rakennuksessa, harjattuja maalaamattomia kolmessa ja klinkkeripintainen julkisivu yhdessä rakennuksessa. Jyväskylän keskustan rakennusten julkisivut olivat pääosin rapattuja tai muurattuja. Keskustan Puistolan rakennukset olivat pääosin ennen 60-lukua valmistuneita, mutta myös uudempia rakennuksia löytyi mm. Sepänpuiston lähettäviltä. Keltinmäki ja Huhtasuo koostuivat 70-luvun rakennuksista, joiden yleisin pintatyyppi oli pesubetoni. Kuokkalan alueen rakennukset olivat lähes yksinomaan tiililaattapintaisia tai puhtaaksi muurattuja. Lisäksi Kortepohjan alueelle on rakennettu 70-luvulla harjattu, maalattupintaisia kerrostaloja, jotka jäivät tämän otoksen ulkopuolelle.

## Oulu

Aikaisemmasta, Jyväskylän alueen inventoinnista saatujen kokemusten perusteella havaittiin, että otos voidaan kerätä myös pelkästään valtakunnallisten vuokrayhtiöiden internethakujen ja yritys- ja yhteisöjärjestelmän hakujen perusteella. Näiden hakujen avulla on saatavissa selville kaikki tiedot lukuunottamatta luotettavaa parvekkeiden lukumäärää, koska ollaan vain kohteesta otettujen valokuvien varassa. Parvekemääriä tarkennettiin karttaohjelmien ilmakuviin avulla. Internet-hakujen käyttö on perusteltua myös siksi, että pienellä vaivalla saadaan nopeasti kerättyä hyvin kattava aineisto.

Ensin käytiin läpi Valtakunnallisten vuokrayhtiöiden VVO:n ja SATO:n kohdelista. Tiedot poimittiin sekä yhtiöiden omista tietokorteista sekä tekemällä Google -haku kohteen osoitteen perusteella. Lisäksi käytiin läpi myös Oululaisen Sivakka-yhtymän rakennuskanta. Läpikäytäväksi alueiksi valittiin, pohjautuen Erkki Mäkiön ”Kerrostalot”-kirjasarjan [Mäkiö, 1994] tietoihin sekä Oulun rakennusvalvonnan kanssa käytyyn sähköpostikeskusteluun [Heikkilä, 2010], Kaukovainio, Rajakylä sekä keskustan ympäristö, joka käsittää Raksilan, Myllytullin, Tuiran ja Karjasillan. Otokseen kertyi 100 rakennusta, joista rajaukseen sopivia oli 66. Tämä otoksesta poistettu kolmannes oli muurattu- tai rapattupintaisia rakennuksia.



Oulun otoksen rakennuksista suurin osa, 37 on harjattupintaisia maalattuja julkisivuja. Toinen suuri ryhmä ovat pesubetonipintaiset julkisivut 20 rakennusta. Tiililaattapintaisia rakennuksia on yhteensä seitsemän. Lisäksi otokseen sisältyy yksi muottipintainen, maalattu ja yksi harjattu, maalaamaton julkisivu. Näitä voidaan pitää poikkeustapauksina. Kaukovainion alueen rakennukset ovat pääosin harjattupintaisia, Rajakylän ja Koskelan otos koostuu pääosin harjattupintaisista ja pesubetonipintaisista rakennuksista ja Keskustan ympäristössä on pääosin pesubetoni- ja tiililaattapintaisia rakennuksia. Otokseen osui lisäksi 12 rapattua ja 19 muurattua julkisivua, joita ei työn rajauksen vuoksi oteta huomioon laskennassa.

## **Turku**

Turun kaupunginosista haettiin työn aikakauteen, 1965 – 1995 aikavälille sopivia asuinalueita perustuen Erkki Mäkiön ”Kerrostalot”-kirjasarjaan [Mäkiö, 1994] sekä kyselyyn Turun rakennusvalvontatoimistosta [Hintsanen, 2010]. Samalla suunnalla sijaitsevista osista muodostettiin kokonaisuuksia, joita saatiin neljä. Nämä kokonaisuudet kattavat suurelta osin Turun kaupungin ja sen keskeisimmät lähiöt. Taulukossa 5.1 on esitetty tutkimukseen sisällytetyt alueet.

***Taulukko 5.1. Turun alueet***

<i>Alue</i>	<i>kaupunginosat</i>	<i>otoskoko</i>
Alue I	Lauste, Laukkavuori, Varissuo	30
Alue II	Uittamo, Ilpoinen, Luolavuori, Ispoinen, Vähäheikkilä, Puistomäki, Korppolaismäki, Pihlajaniemi, Kurjenmäki, Vasaramäki, läntinen keskusta	22
Alue III	Kupittaa, Nummenmäki, Kurala, Nummi, Kohmo, Halinen, Röntämäki, itäinen keskusta	23
Alue IV	Runosmäki, Kaerla, Mälikkälä, Kastu, Ruohonpää, Pitkämäki, Pohjola, Härkämäki, Jyrkkälä, Pahanieniemi, Länsinummi, Teräsräutela, Pansio, Perno	28

Jokaiselta neljältä alueelta tavoiteltiin VVO:n, SATO:n ja Turun vuokra-asuntojen (TVT) internethakujen avulla 30 rakennuksen otoksia. Turun tyypillisimmät julkisivut ovat pesubetoni, 33 rakennusta, ja tiililaatta, 31 rakennusta. Lisäksi otoksessa verrattain yleinen on myös harjattupintainen maalattu julkisivu, joka esiintyi 12 rakennuksessa. Harvinaisempia ovat viisi klinkkerilaattajulkisivua ja neljä muottipintaista maalattua julkisivua. Otokseen osui myös viisi rapattua ja seitsemän muurattua julkisivua, jotka myöhemmin poistettiin rajauksen vuoksi.

## **Helsinki**

Helsingin alueella tarvittavia lähtötietoja selvitettiin VVO:n, SATO:n ja Oikotie-asunnonvälityspalvelun Internet-hauilla sekä käymällä läpi Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yksittäisistä lähiöistä tekemiä rakennusinventointeja.

Julkaisuja oli saatavilla Kontulasta, Keski-Vuosaaresta ja Myllypurosta. Pääosin olemassa olevat rakennusinventoinnit käsittävät 1960-luvulla ja aiemmin rakennettuja alueita. Myllypuron alueen julkaisusta ei ollut mahdollista päätellä tässä tutkimuksessa tarvittavia tietoja.

Helsinki jaettiin Turun tapaan alueisiin työskentelyn jäsentämiseksi. Taulukossa 5.2 esitetyt tutkimukseen sisällytetyt alueet muodostettiin perustuen Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston antamiin ohjeisiin [Salastie, 2010] sekä ”Kerrostalot” – kirjaan [Mäkiö, 1994]. Lisäksi Kontulan ja Keski-Vuosaaren inventointiraporteista saatiin kerättyä huomattava määrä rakennuksia.

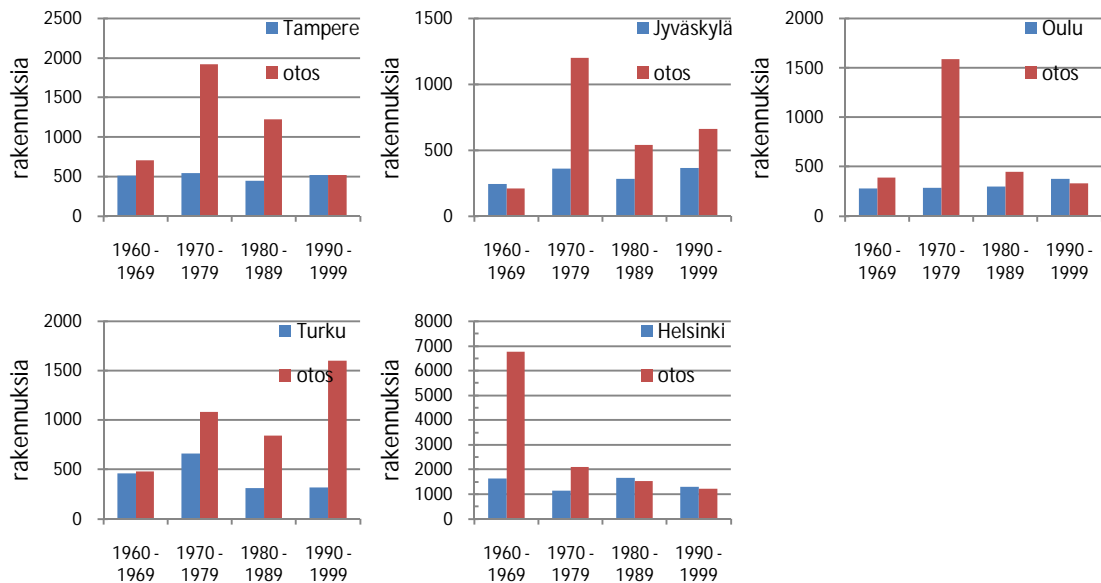
***Taulukko 5.2. Helsingin alueet***

<i>Alue</i>	<i>kaupunginosat</i>	<i>otos</i>
Alue I	Haaga, Malminkartano, Lassila	31
Alue II	Pasila, Merihaka, Kallio, Katajanokka, Pikku-Huopalahti	41
Alue III	Malmi, Jakomäki, Siltamäki, Pihlajisto, Suurmetsä	31
Alue IV	Itäkeskus, Yliskylä, Myllypuro, Mellunmäki, (Kontula), (Vuosaari)	62
Kontula		101
Keski-Vuosaari		123

Helsingin otoksen yleisin pintatyyppi on harjattupintainen maalattu julkisivu, joka esiintyi 83 rakennuksessa. Seuraavaksi suurimpia ovat 61 pesubetonijulkisivua, 35 tiililaattajulkisivua ja 24 muottipintaista maalattua julkisivua. Harvinaisempia pintatyyppisiä ovat klinkkerilaattajulkisivu, joka esiintyi 10 rakennuksessa, muottipintainen maalaamaton, joka esiintyi viidessä rakennuksessa ja hierretty pintainen julkisivu, joka esiintyi neljässä rakennuksessa. Otokseen osui myös kuusi rapattua ja 17 muurattua julkisivua, jotka poistettiin rajauksen vuoksi.

### **5.1.3. Otosaineiston korjaaminen**

Rakennusten pintatyyppit ja aikakaudet ovat vahvasti toisiinsa sidonnaiset. Kuva 5.1 esittää kunkin paikkakunnan otosta verrattuna tilastokeskuksen tietoihin rakennusten ikäjakaumasta kyseisillä paikkakunnilla. Otoksella on sovitettu niin, että matalin pylväs vastaa suuruusluokaltaan tilastokeskuksen vastaavaa. Vertailemalla jakaumia voidaan todeta, että otokset ovat harhaisia. Jokaisen kaupungin otoksessa esiintyy aikakausia, jotka korostuvat liikaa, korostaen tämän aikakauden pintatyyppisiä suhteessa muihin.



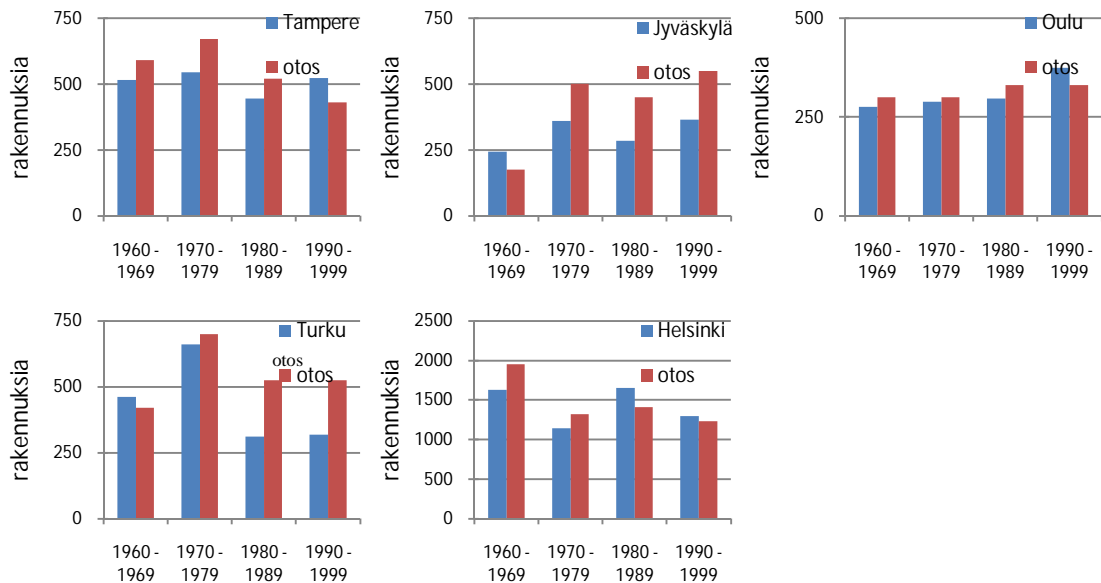
**Kuva 5.1.** Otosaineiston rakennusvuosien vertailu tilastokeskuksen asuinkerrostalojen rakennusvuosijakaumaan.

Tampereen otoksessa on selvästi liikaa 1970- ja 1980-luvun rakennuksia, Jyväskylän ja Oulun otoksessa korostuu liikaa 1970-luku, Turun aineistosta tulee vähentää 1970-, 1980- ja 1990-luvun osuutta ja Helsingin aineistosta 1960-luvun osuutta.

Aineistoa korjataan poistamalla otoksesta liikaa korostuvan aikakauden rakennuksia. Toimenpiteellä pyritään saamaan rakennusten ikäjakauman muoto vastaamaan vertailujakaumaa niin, että vaikutus pintatyypijakaumaan on sattumanvarainen. Poistaminen tehdään asettamalla rakennukset aikajärjestykseen ja poistamalla otoksesta järjestyksessä joka toinen, kolmas tai neljäs riippuen siitä, kuinka pieneen osaan aineisto täytyy supistua. Korjatun aineiston oikeellisuutta ei voida mitenkään tarkastaa, mutta varmuudella voidaan sanoa, että se kuvastaa rakennuskantaa paremmin kuin korjaamaton aineisto.

Ikäjakaumien perusteella päätettiin tehdä seuraavat korjaukset aineistoihin: Tampereen aineistosta poistettiin 1970-luvun rakennuksista joka toinen ja sitten vielä joka viides. 1970-lukua vähennettiin siis yhteensä 92 rakennusta eli 3/5 alkuperäisestä aineistosta. 1980-lukua vähennettiin puoleen eli poistettiin 50 rakennusta. Jyväskylän aineistoa korjattiin vähentämällä 1970-luvun osalta joka toinen eli 17 rakennusta. Oulun 1970-lukua pienennettiin 36 rakennuksella mikä on 4/5 alkuperäisestä määrästä. Vähennys tehtiin poistamalla joka toinen, sitten joka toinen ja vielä joka kolmas. Turun aineistosta vähennettiin 1990-luvun rakennuksista joka toinen ja vielä joka kolmas eli 20 rakennusta (2/3 alkuperäisestä aineistosta). 1970- ja 1980-lukujen rakennuksista poistettiin joka kolmas, mikä on vastaavasti viisi ja kuusi rakennusta. Helsingin otosta korjattiin vähentämällä 1960-luvun rakennuksia 69, mikä on 7/10 alkuperäisestä, ja 1970-luvun rakennuksia 19, mikä on 3/10 alkuperäisestä määrästä. Käytännössä vähennys tehtiin poistamalla Kontulan ja Keski-Vuosaaren rakennuksista 2/3

molempien alkuperäisestä aineistosta ja tämän jälkeen 1960-luvun rakennuksista joka kolmas sekä 1970-luvun rakennuksista joka neljäs. Seuraavassa kuvassa 5.2 on esitetty ikäjakaumat korjauksen jälkeen.



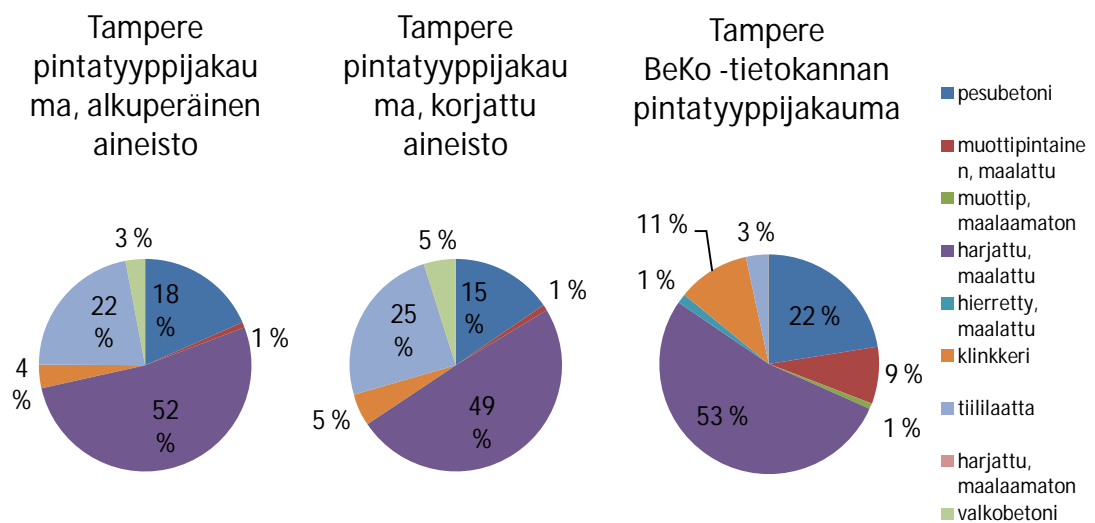
**Kuva 5.2.** Aineiston korjauksen jälkeen kuvaajat asettuvat paremmin vertailuaineistoon ja ovat oikean muotoisia. Eroavaisuutta esiintyy hieman vielä korjauksen jälkeenkin.

#### 5.1.4. Lähtöarvot

Kerätty lähtöaineisto käsittää noin yhden prosentin Suomen koko 1965 – 1995 asuinkerrostalokannasta. Tampereen 201 rakennuksen otos on suurin, 12,6 % Tampereen perusjoukosta. Helsingin 120 rakennuksen otos on 2,7 %, Jyväskylän 54 rakennuksen otos 4,5 %, Oulun 25 rakennuksen otos 2,6 % ja Turun 47 rakennuksen otos 3,1 % kunkin paikkakunnan perusjoukosta. Otokokojen vaikutusta tutkimuksen luotettavuuteen arvioidaan luvussa 6.2.2.

Kerättyä otosaineistoa verrataan tässä luvussa myös BeKo –tietokannan pintatyyppijakaumaan kyseisellä paikkakunnalla. On huomattava, että BeKo –tietokannasta saadaan julkisivunäytekohtainen pintatyyppijakauma, eli yhdestä rakennuksesta on tyypillisesti useampia näytteitä, joissa esiintyvät kaikki rakennuksen pintatyyppit. Tutkimusta varten kerätyn aineiston pintatyyppijakauma on rakennuskohtainen ja määrätty pääasiallisen pintatyyppin mukaan. Tämä aiheuttaa jakaumiin eroja, koska esimerkiksi korosteosina julkisivuissa esiintyvät pintatyyppit korostuvat näytekohtaisessa jakaumassa enemmän kuin rakennuskohtaisessa. Tarkasteltaessa rakennusjoukon vaurioitumista on rakennuskohtaisen pintatyyppijakauman käyttäminen perusteltua, sillä yksityiskohtainen yksittäisen rakennuksen tarkastelu ei ole mallilla mahdollista.

Kuvassa 5.3 on esitetty Tampereen alkuperäinen ja korjattu aineisto. Verrattaessa Tampereen rakennusten pintatyyppijakaumaa ennen aineiston korjausta ja sen jälkeen huomataan, että pintatyyppien suhteelliset osuudet ovat muuttuneet, mutta keskinäiset suhteet ovat pysyneet suuruusluokaltaan samoina. Harjattujen, maalattujen ja tiililaattapintaisten julkisivujen osuus on hieman pienentynyt. Muiden esiintyvien pintatyyppien osuus on hieman kasvanut tai pysynyt ennallaan. BeKo –tietokannan näytekohtaisessa pintatyyppijakaumassa tiililaattapintaisten julkisivujen osuus on huomattavasti otosaineistoa vähäisempi. Vastaavasti klinkkerilaattapintaisia ja muottipintaisia julkisivuja on enemmän kuin otosaineistossa. Otokoot ovat korjaamattomassa aineistossa 343 ja korjatussa 191 rakennusta.

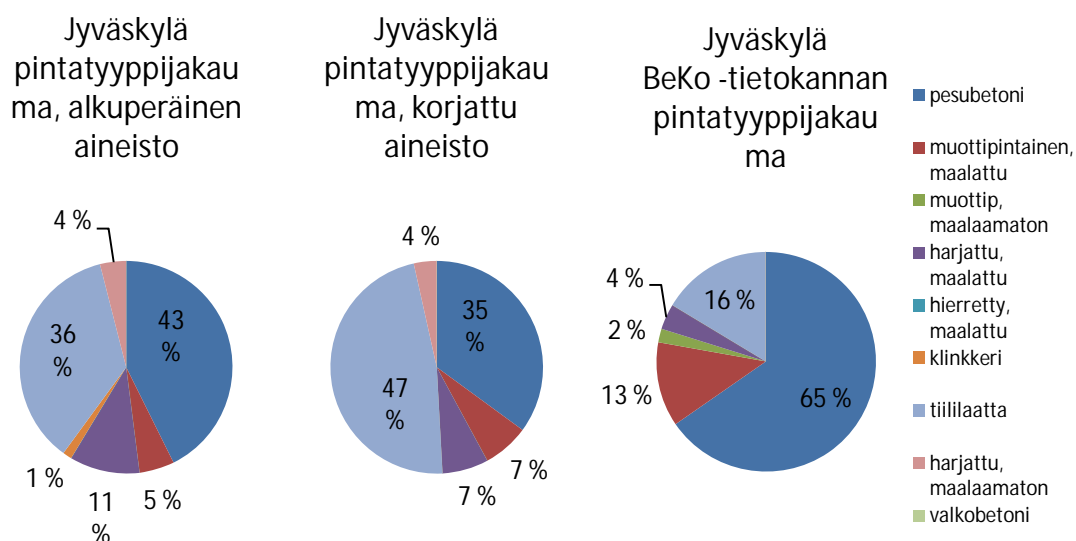


**Kuva 5.3.** Tampereen alkuperäinen aineisto ja rakennusvuosien mukaan korjattu aineisto verrattuna BeKo –tietokannan näytekohtaiseen pintatyyppijakaumaan Tampereella.

**Taulukko 5.3.** Lähtötiedot laskentaa varten

Tampereen lähtötiedot							n=191
	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	
pesubetoni	1	2	8	16	6	2	
muottipintainen, maalattu	-	1	-	1	-	-	
muottipintainen maalaamaton	-	-	-	-	-	-	
harjattu maalattu	41	32	20	7	2	3	
hierretty pintainen	-	-	-	-	-	-	
klinkkeripintainen	8	3	-	-	-	-	
tiililaattapintainen	-	-	-	5	15	13	
harjattu maalaamaton	-	-	-	-	-	-	
valkobetoni	-	-	-	-	-	5	

Jyväskylän rakennusten pintatyyppejen jakauma alkuperäisessä ja korjatussa aineistossa on esitetty kuvassa 5.4. Tiililaattapintaisten julkisivujen suhteellinen osuus on kasvanut ja pesubetonijulkisivujen laskenut korjauksen vaikutuksesta. Tämä on luonnollista, koska Jyväskylässä vähennettiin 70-luvun rakennusten osuutta, jotka koostuivat lähes yksinomaan pesubetonisista julkisivuista. Klinkkerilaatan osuus (1 %) on hävinnyt aineiston korjauksen yhteydessä. BeKo –tietokannan näytekohtaisessa jakaumassa on huomattavasti suurempi osuus pesubetonijulkisivuja kuin otosaineistossa ja tiililaattapintaisten julkisivujen osuus on vastaavasti pienempi. Tämä voi selittyä sillä, että pesubetonipintaisiin rakennuksiin on tehty Jyväskylässä eniten kuntotutkimuksia. Otoskoot ovat alkuperäiselle aineistolle 72 ja korjatulle 43 rakennusta.

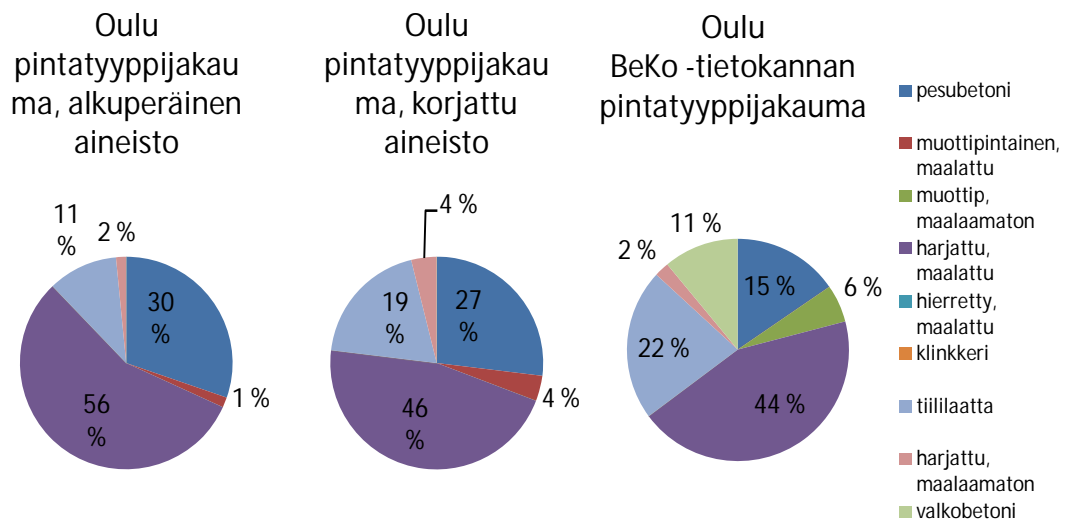


**Kuva 5.4.** Jyväskylän alkuperäinen aineisto ja rakennusvuosien mukaan korjattu aineisto verrattuna BeKo –tietokannan näytekohtaiseen pintatyypinjakoumaan Jyväskylässä.

**Taulukko 5.4.** Lähtötiedot laskentaa varten

Jyväskylän lähtötiedot							n=43
	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	
pesubetoni	-	2	7	10	-	1	
muottipintainen, maalattu	-	-	-	-	-	-	
muottipintainen maalaamaton	-	-	-	-	-	-	
harjattu maalattu	-	3	1	-	-	-	
hierretty pintainen	-	-	-	-	-	-	
klinkkeripintainen	-	-	-	-	-	-	
tiililaattapintainen	-	-	-	1	6	10	
harjattu maalaamaton	-	-	2	-	-	-	
valkobetoni	-	-	-	-	-	-	

Oulun rakennusten pintatyyppejen jakauma alkuperäisessä ja korjatussa aineistossa on esitetty kuvassa 5.5. Tiililaattapintaisten rakennusten osuus on kasvanut ja vastaavasti harjattupintaisten maalattujen osuus vähentynyt korjauksen yhteydessä. Muottipintaisten maalattun ja harjatun maalaamattoman pintatyypin osuus on korjauksen yhteydessä moninkertaistunut aikaisemmasta. Aineiston pienentyminen voi näiden harvinaisempien pintatyyppejen osalta vääristää tulosta. BeKo –tietokannan jakaumassa esiintyy useampia pintatyyppejä kuin otosaineistossa. Molemmissa jakaumissa on eniten harjattu-, pesubetoni- ja tiililaattapintaisia julkisivuja. Otokoot ovat alkuperäiselle aineistolle 65 ja korjatulle 24 rakennusta.

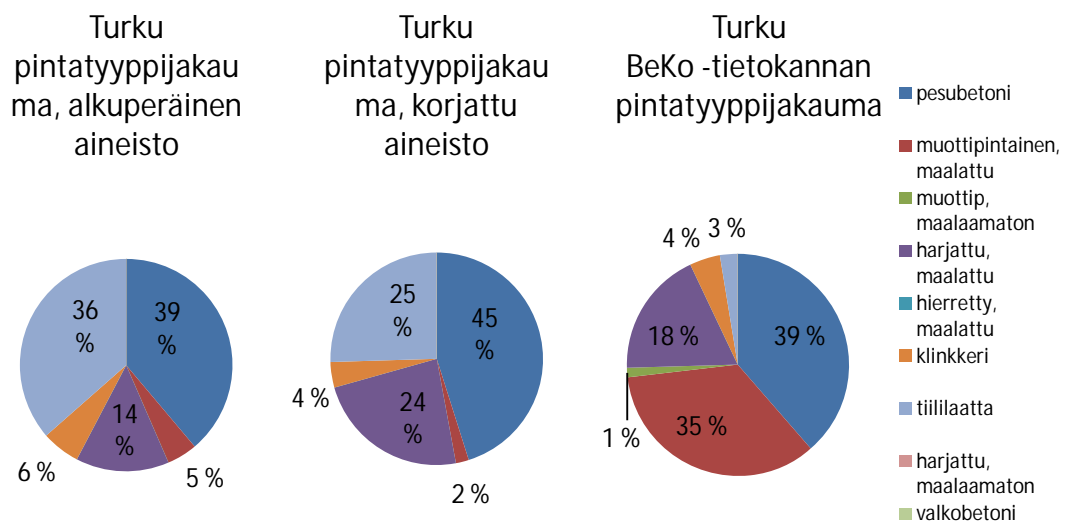


**Kuva 5.5.** Oulun alkuperäinen aineisto ja rakennusvuosien mukaan korjattu aineisto verrattuna BeKo –tietokannan näytekohtaiseen pintatyyppejakaumaan Oulussa.

**Taulukko 5.5.** Lähtötiedot laskentaa varten

Oulun lähtötiedot	n=24					
	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94
pesubetoni	-	1	1	5	-	-
muottipintainen, maalattu	-	-	-	-	-	1
muottipintainen maalaamaton	-	-	-	-	-	-
harjattu maalattu	1	6	1	-	1	2
hierretty pintainen	-	-	-	-	-	-
klinkkeripintainen	-	-	-	-	-	-
tiililaattapintainen	-	-	-	1	2	1
harjattu maalaamaton	-	-	-	1	-	-
valkobetoni	-	-	-	-	-	-

Kuvassa 5.6 vertaillaan Turun rakennusten pintatyyppejen jakaumaa alkuperäisessä ja korjatussa aineistossa. Tiililaattapintaisten osuus on vähentynyt aineiston korjauksen yhteydessä ja harjattupintaisten maalattujen ja pesubetonijulkisivujen osuus kasvanut. Harvinaisempien klinkkeripintaisten ja muottipintaisten julkisivujen osuus on pienentynyt korjauksessa. BeKo -tietokannan näytekohtaisessa jakaumassa esiintyy huomattavasti suurempi osuus muottipintaisia julkisivuja kuin otosaineistossa. Tiililaattajulkisivuja on huomattavasti vähemmän BeKo -jakaumassa kuin otosaineistossa. Tiililaattapintaisten julkisivut ovat usein uudempia, 1980- ja 1990-luvulta, joille kuntotutkimuksia ei ole vielä tehty paljon. Otoskoot ovat alkuperäiselle aineistolle 78 ja korjatulle 43 rakennusta.



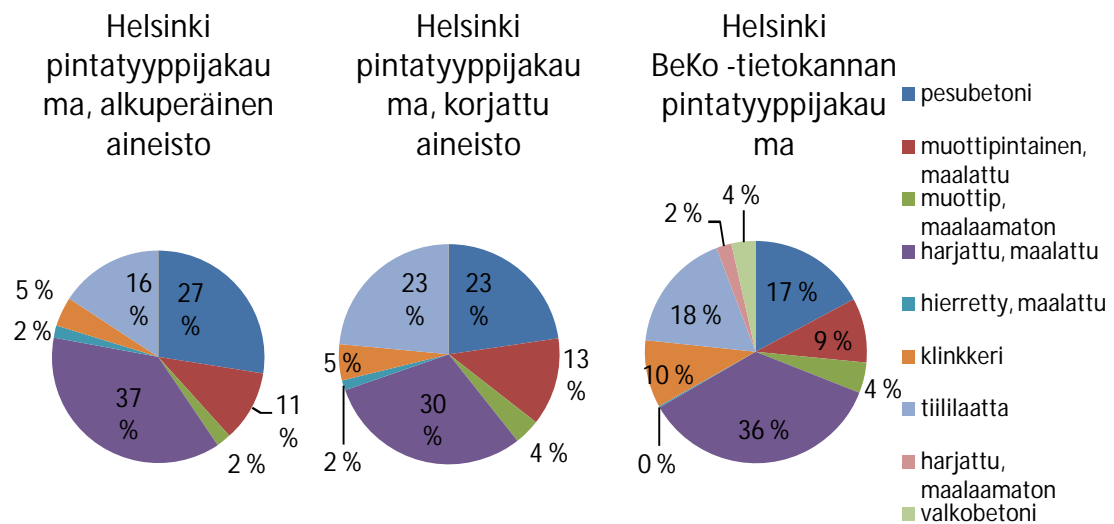
**Kuva 5.6.** Turun alkuperäinen aineisto ja rakennusvuosien mukaan korjattu aineisto verrattuna BeKo -tietokannan näytekohtaiseen pintatyypinjakoumaan Turussa.

**Taulukko 5.6.** Lähtötiedot laskentaa varten

Turun lähtötiedot							n=43
	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	
pesubetoni	-	2	11	9	1	-	
muottipintainen, maalattu	-	-	-	-	-	1	
muottipintainen maalaamaton	-	-	-	-	-	-	
harjattu maalattu	3	4	1	-	-	-	
hierretty pintainen	-	-	-	-	-	-	
klinkkeripintainen	-	-	-	2	-	-	
tiililaattapintainen	-	-	-	1	1	7	
harjattu maalaamaton	-	-	-	-	-	-	
valkobetoni	-	-	-	-	-	-	



Helsingin rakennusten pintatyyppejen jakauma alkuperäisessä ja korjatussa aineistossa on esitetty kuvassa 5.7. Tiililaattapintaisten osuus on kasvanut aineiston korjauksen yhteydessä ja harjattupintaisten maalattujen julkisivujen osuus vähentynyt. Muottipintaisten maalaamattomien julkisivujen osuus on kaksinkertaistunut aineiston korjauksen vaikutuksesta. BeKo -tietokannan jakaumassa esiintyy useampia pintatyyppejä kuin otosaineistossa. Molemmissa jakaumissa on eniten harjattu-, pesubetoni- ja tiililaattapintaisia julkisivuja. Otokoot ovat korjaamattomalle aineistolle 181 ja korjatulle 117 rakennusta.



**Kuva 5.7.** Helsingin alkuperäinen aineisto ja rakennusvuosien mukaan korjattu aineisto verrattuna BeKo -tietokannan näytekohtaiseen pintatyypinjakoumaan Helsingissä.

**Taulukko 5.7.** Lähtötiedot laskentaa varten

Helsingin lähtötiedot							n=117
	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	
pesubetoni	6	16	3	1	3	-	
muottipintainen, maalattu	1	-	1	-	5	10	
muottipintainen maalaamaton	1	-	2	2	-	-	
harjattu maalattu	14	6	2	3	1	3	
hierretty pintainen	1	1	-	-	-	-	
klinkkeripintainen	-	-	-	-	-	5	
tiililaattapintainen	-	-	5	15	8	2	
harjattu maalaamaton	-	-	-	-	-	-	
valkobetoni	-	-	-	-	-	-	

## 5.2. Ennakointisovellus versio 2010

### 5.2.1. Muutokset

Diplomityön yhteydessä ennakointisovelluksen edelliseen versioon tehtiin muutoksia. Sovelluksen toimintaa oli tarpeen muuttaa niin, että monen eri aikakauden rakennuksista koostuvan rakennusjoukon vaurioitumista voitaisiin tarkastella yhdellä kertaa. Aikaisempi BeKo-projektin yhteydessä luotu sovellus mahdollisti erilaisten julkisivujen vaurioitumisen ja korjaustarpeiden jakautumisen ja neliökustannusten tarkastelun erikseen valittuna tarkasteluhetkenä, mutta tulosten yhdistäminen ja sovittaminen tarkasteltavaan rakennusjoukkoon jäi käyttäjälle.

Sovellukseen ohjelmoitiin lisäosa, uusi välilehti, jonka avulla useista erityyppisistä ja -ikäisistä rakennuksista koostuvia suuria rakennusjoukkoja voidaan laskea yhtäaikaaisesti. Keskeisimmät muutokset sovellukseen ovat molempien vauriomekanismien yhdistäminen ja laskennan automatisoiminen. Luvun 4.1.2. periaate korjausmäärien ja kustannusten laskennasta sisällytettiin uuteen ennakointisovelluksen versioon laskentakaavojen 3 ja 4 muodossa.

$$\langle Vaurio \rangle_{määrä} = a \cdot \langle Vaurio \rangle_{osuus} \cdot A_{tyyppitalo} \cdot \text{rakennusten lkm} \quad (3)$$

$$\langle Vaurio \rangle_{kustannus} = \langle Vaurio \rangle_{määrä} \cdot \text{neliöhinta} \quad (4)$$

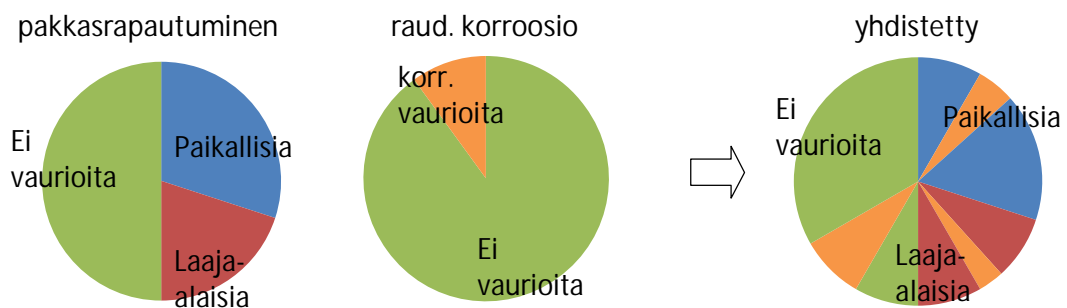
Käytännössä korjaustarve lasketaan kaavan 3 mukaan kertomalla vaurioiden suhteellinen osuus  $\langle Vaurio \rangle_{osuus}$  tyyppitalon julkisivupinta-alalla  $A_{tyyppitalo}$  ja rakennusjoukon rakennusten määrällä ja muutetaan korjauskustannuksiksi kaavan 4 mukaisesti kertomalla kaavalla 3 laskettu korjaustarve korjausten neliöhinnalla. Kohdan  $\langle Vaurio \rangle$  lukuarvo on tarkasteltavan vaurioitumismekanismien kautta syntyneiden vaurioiden määrä (ei pakkasvaurioita, paikalliset pakkasvauriot, laaja-alaiset pakkasvauriot, korroosiovauriot). Kerroin  $a$  lasketaan raudoituksen viemän julkisivupinta-alan suhteena koko julkisivupinta-alaa kohden ja sillä muutetaan korroosiovaurioiden määrä vaurioituneeksi julkisivupinta-alaksi. Kerroin  $a$  on verkkoraudoitteelle 1 ja pieliteräksille ruutuelementissä 0,48 ja umpielementissä 0,26, kuten luvussa 4.3.3 on määritetty. Pakkasrapautumista käsiteltäessä kertoimella  $a$  ei ole merkitystä ja se on aina 1. Lähtötieto  $\langle Vaurio \rangle_{osuus}$  saadaan sovellukseen tallennetun tietokannan perusteella tietylle julkisivutyypille, valmistumisvuodelle ja tarkasteluhetkelle kerrallaan.

Ennakointisovelluksen 2010 versiossa rakennusjoukon ominaisuudet syötetään lähtötietokenttään. Lisäksi asetetaan tarkasteluhetki ja alueen sijainti. Laskelman valmistuttua tulokset on joko luettavissa näytöltä tai tulostettavissa erilliseen lokitiedostoon tai paperille. Liitteessä 1 on esitetty jokaiselta paikkakunnalta

keskeisimmät ennakointimallin antamat laskelmatulosteet. Sovellukseen tehtyjen muutosten lähdekoodi on esitetty liitteessä 2.

### 5.2.2. Vauriomekanismien yhdistäminen

Molempien vauriomekanismien voidaan katsoa olevan itsenäisiä tapahtumia, eikä toisen eteneminen ole riippuvainen toisesta. Molempien mekanismien osalta on olemassa kokemusperäistä tietoa siitä, kuinka laajoja vaurioita on järkevää korjata kevyitä korjausmenetelmiä käyttäen ja milloin tulisi siirtyä raskaampien korjaustapojen käyttöön. Vaikka vaurioitumismekanismit ovat toisistaan erillisiä, korjaustavat ovat molempien osalta samanlaiset. Voidaan siis ajatella, että vauriomekanismeista pidemmälle edennyt määrää korjaustavan. Kuvassa 5.8 on esitetty sovelluksessa käytetty vauriomekanismien yhdistämisperiaate.



**Kuva 5.8.** Vauriomekanismien vaikutuksen yhdistämisen periaate

Vauriomekanismien yhdistämiseksi lasketaan ensin pakkasrapautumisen kautta määräytyvä korjaustarve. Korroosiovaurioiden osuus jaetaan sen jälkeen pakkasvaurioiden osuuksien suhteessa kolmeen osaan ja yhdistetään kyseisiin ryhmiin. Tässä vaiheessa määräävä on pisimmälle edennyt vauriomekanismi. Korjaustapaa määritettäessä laaja-alaisista pakkasvaurioista määräytyy jo peittävä korjaustapa, joten korroosiovaurioiden määräämää paikkauskorjausta ei enää oteta huomioon. Paikallisia vaurioita korjataan paikkauskorjauksin kuten korroosiovaurioitakin. Tässä tapauksessa paikkauskorjauksien määrät lasketaan yhteen. Pakkasvaurioitumattomassa julkisivussa korroosiovaurioiden paikkauskorjaukset ovat määrääviä. Tämä määrä vähennetään vaurioitumattomista julkisivuista ja lisätään paikkauskorjauksiin.

## 5.3. Korjaustarpeen laskenta

### 5.3.1. Yleistä

Julkisivujen korjaustarve arvioidaan käyttäen luvussa 4 esiteltyä vaurioitumisen mallia ja sen Excel-sovelluksen 2010 versiota. Laskelman tuloksena saadaan aikakauden 1965 – 1995 betonijulkisivujen korjaustarve sekä määrällisenä julkisivupinta-alana että korjaustarpeen aiheuttamana rahallisena korjauskustannuksena. Korjaustarpeen laskelmassa huomioidaan viimeisten kymmenen vuoden aikana tehtyjen julkisivukorjausten vaikutus, mutta tulevaisuudessa vuosittain tehtäviä korjauksia ei

oteta huomioon. Laskelma tehdään olettaen, että kaikki julkisivukorjaukset lopetetaan ja rakennuksien julkisivut vaurioituvat vapaasti. Jokaiselle tarkasteltavalle paikkakunnalle lasketaan oma korjaustarpeen arvio käyttäen lähtötietoina paikkakunnalta kerättyä rakennusten julkisivujen ikä- ja pintatyyppijakaumaa. Näiden perusteella arvio kootaan yhteen ja laajennetaan koko Suomen mittakaavaan. Laskenta tehdään käyttämällä luvussa 5.1.4 esitettyjä lähtötietoja.

Laskelmat tehdään 40 vuoden aikajaksolle, vuoteen 2050 asti. Aikajakso jaetaan viiden vuoden tarkastelujaksoihin, joille jokaiselle lasketaan korjaustarve. Näin arvioidaan vaurioitumisen etenemistä kehitetyn mallin mukaisesti. Kun viiden tarkastellun kaupungin tulokset yhdistetään, saadaan korjaustarpeen arvio, joka, tarkasteltuna tilastokeskuksen tietoja 1965 – 1995 rakennettujen asuinkerrostalojen määristä ko. paikkakunnilla ja koko Suomessa, käsittää yhteensä lähes 1/3 Suomen 1965 – 1995 kerrostalokannasta. Tulos yleistetään koskemaan koko tätä joukkoa kertoimen 3,35 avulla, joka on selvitetty vertaamalla tilastokeskuksen tietoja koko 1965 – 1995 kerrostalokannasta (30 118) sekä tutkimukseen valituista paikkakunnista (yht. 8 986).

### 5.3.2. Tyypitalo

Tutkimuksen tavoitteena on laskea rakennusten korjaustarve korjattavana julkisivupinta-alana. Tietokannan avulla saadaan tieto vaurioitumisen jakautumisesta rakennuskannassa. Määrien laskemista varten on määriteltävä keskimääräinen rakennuksen julkisivu, jonka mukaan pinta-alat voidaan laskea, ns. tyypitalo.

BeKo-aineiston mukaan keskimääräinen suomalaisen kerrostalon kerrosluku on 4,4 kerrosta. Tätä tutkimusta varten kerätyn aineiston keskimääräiset kerrosluvut ovat Tampereella 5,0 kerrosta, Jyväskylässä 4,8 kerrosta, Oulussa 4,7 kerrosta, Turussa 5,2 kerrosta ja Helsingissä 4,6 kerrosta.

VTT:n julkaiseman julkisivujen uudis- ja korjausrakentamisen tutkimusraportin mukaan suomalaisen asuinkerrostalokannan betonielementtirakenteisten julkisivujen määrä vuonna 2005 oli 44 milj. m<sup>2</sup>. [Vainio et al., 2005, s. 10]. Betonielementtijulkisivuja on Suomessa rakennettu 1960-luvulta lähtien. Jakamalla tämä julkisivun määrä tilastokeskuksen tietokannasta saatavalla aikakauden 1960 – 2005 asuinkerrostalojen määrällä, 41200, saadaan asuinkerrostalon keskimääräiseksi julkisivupinta-alaksi 1068 m<sup>2</sup>. Tulos on laskennallinen.

Tampereen aineiston perusteella tehdyn selvityksen mukaan keskimääräiseksi julkisivupinta-alaksi muodostui 1230 m<sup>2</sup>. Rakennuksia inventoitaessa kerättiin tietoa rakennuksen sivumitoista sekä korkeudesta. Näiden tietojen avulla voitiin laskea rakennuksen vaipan ala, joksi saatiin 1564 m<sup>2</sup>. Lisäksi pääpiirustuksia tarkastelemalla selvitettiin ikkunoiden osuus tamperelaisissa kerrostaloissa, mikä on keskimäärin 21 %. Vähentämällä ikkunoiden osuus saadaan julkisivupinta-ala 1230 m<sup>2</sup>. Tätä tietoa

käytetään arvioitaessa korjausten kustannuksia. Julkisivupinta-alaa skaalataan eri paikkakunnilla keskimääräisen kerrosluvun mukaan. Seuraavassa taulukossa 5.8 on esitetty tyyppitalot kaupungeittain.

**Taulukko 5.8.** Eri paikkakuntien tyyppitalot

<i>Tyyppitalot</i>	<i>kerrosluku</i>	<i>julkisivupinta-ala [m<sup>2</sup>]</i>
Tampere	5,0	1230
Jyväskylä	4,8	1180
Oulu	4,7	1160
Turku	5,2	1280
Helsinki	4,6	1130

Sekä VTT:n raportin mukaan laskettu julkisivuala 1068 m<sup>2</sup> että Tampereen otoksen mukaan määritetty 1230 m<sup>2</sup> ovat lähellä toisiaan. Tämän tutkimuksen laskelmissa käytetään Tampereen aineistosta selvitettyä pinta-alaa, jota painotetaan kunkin paikkakunnan keskimääräisen kerrosluvun suhteessa. Lopullisia tuloksia tarkasteltaessa tämä tulee ottaa huomioon, koska julkisivupinta-alan valinta vaikuttaa suoraan laskemalla saataviin korjausmääriin ja kustannuksiin. Tyyppitalon määrityksen vaikutusta työn luotettavuuteen on arvioitu luvussa 6.2.2.

### 5.3.3. Hintatiedot

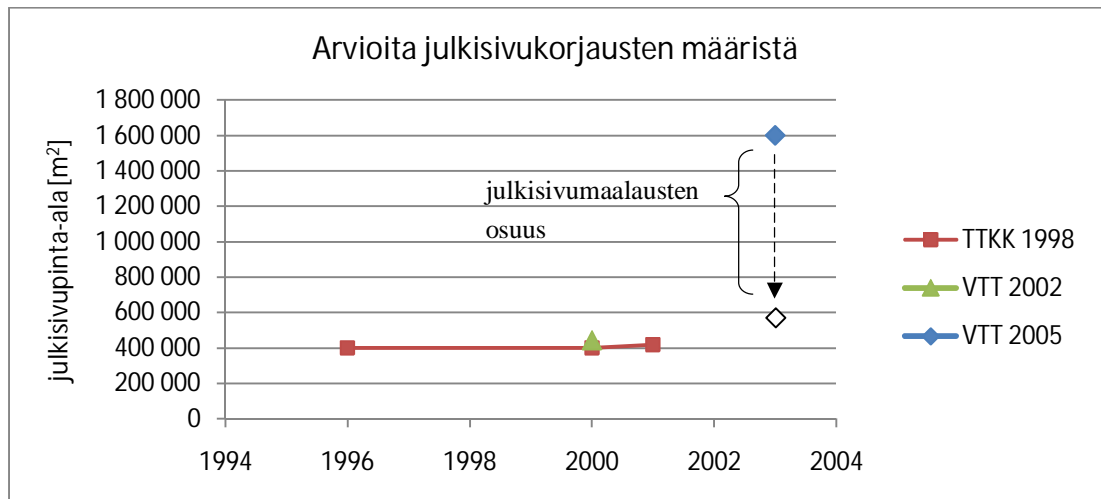
Taulukossa 5.9 on esitetty laskennassa käytetyt kustannustiedot, jotka perustuvat BeKo -tutkimuksen yhteydessä selvitettyyn Tampereen vuoden 2009 syksyn keskimääräiseen kustannustasoon [Valtonen, 2009]. Näitä hintoja käyttäen on laskettu korjausten arvo jokaisessa kaupungissa. Hintatasolla, joka Helsingin seudulla on korkeampi ja muualla Suomessa hieman Tampereen tasoa matalampi, on varmasti merkitystä kokonaisuutta tarkasteltaessa. Saman hintatason pitäminen kaikkien kaupunkien tarkastelussa on perusteltua siksi, että näin voidaan tarkastella puhtaasti julkisivujen teknisen korjaustarpeen vaikutusta ja eroja eri puolilla Suomea. Korjaushintojen muutoksen vaikutus näkyy lopputuloksissa vahvasti, koska kokonaistarkastelussa korjausvolyyymi on hyvin suuri. Kustannusten asettamisen vaikutusta tuloksiin arvioidaan luvussa 6.2.2.

**Taulukko 5.9.** Laskennassa käytetyt korjaushinnat 2009 (ALV 0 %)

<i>Julkisivut</i>	<i>[€/m<sup>2</sup>]</i>	<i>Parvekkeet</i>	<i>[€/parveke]</i>
suojaava pinnoitus	40	suojaava pinnoitus	2000
paikkaus ja pinnoitus	100	paikkauskorjaus	5000
eristerappaus	195	uusiminen	9000
levyverhous	195	korroosioaurioiden paikkaus	3000
kuorimuuraus	280		
korroosioaurioiden paikkaus	55		

### 5.3.4. Tehdyt julkisivukorjaukset ja poistuma

Viimeisen kymmenen vuoden aikana on tehty runsaasti julkisivun käyttöikää pidentäviä korjauksia. Nämä julkisivukorjaukset vaikuttavat laskennallisen arvion tekemiseen vähentäen korjaustarpeessa olevien julkisivujen määrää. Lähdekirjallisuuden [Pentti 1998, Vainio et al. 2002, Vainio et al. 2005] mukaan voidaan rakennuskantaan tehtyjä julkisivukorjauksia ja niiden kehittymistä havainnollistaa kuvan 5.9 mukaisesti.



**Kuva 5.9.** Eri lähteissä arvioitujen julkisivukorjausmäärät.

TTKK:n vuonna 1998 tehty julkisivukorjausten arvio on 400 000 m<sup>2</sup> vuosittain ajalla 1996 – 2000 [Pentti, 1998]. VTT:n vuoden 2005 arvion mukaan korjauksia tehtiin 1,6 milj. m<sup>2</sup> [Vainio et al., 2005, s. 21]. Korjausmäärä vaikuttaa muihin tutkimuksiin verrattuna korkealta. Jos tästä määrästä poistetaan raportissa ilmoitettu julkisivumaalausten osuus 65 %, saadaan julkisivukorjausten määräksi 560 000 m<sup>2</sup>, mikä on muiden arvioiden luokkaa. Aikaisemman VTT:n tutkimuksen mukaan voidaan julkisivukorjauksiksi vuonna 2000 laskea n. 440 000 m<sup>2</sup> yhdistämällä ulkoseinäkorjausten määrä ja osuus asuntoyhteisöjen omistamiin rakennuksiin tehtävistä ulkovaipan korjauksista [Vainio et al., 2002, s. 30 – 33].

VTT:n tutkimuksessa asuinrakennusten elementtirakenteisten julkisivujen kokonaismääräksi vuonna 2005 on ilmoitettu 44 milj. m<sup>2</sup>. Samassa tutkimuksessa on julkisivujen uudisrakentamiseksi arvioitu 0,7 milj. m<sup>2</sup> vuodessa. [Vainio et al., 2005]. Näiden oletusten perusteella voidaan arvioida, että vuonna 2010 julkisivuja on n. 27 milj. m<sup>2</sup>.

Asuinrakennusten korjaustoiminnan kasvuksi on arvioitu 3,5 – 5 % vuosittain aikavälillä 2000 – 2010 [Vainio et al., 2002]. Jos kasvun oletetaan pysyneen vakiona 3,5 %:ssa koko 2000-luvun ajan ja korjausten määränä vuonna 2000 pidetään 440 000 m<sup>2</sup>,

saadaan 2000-luvulla korjattujen asuntoyhteisöjen omistamien rakennusten julkisivujen määräksi 5,2 milj. m<sup>2</sup>. Jo korjattujen julkisivujen osuus on siis likimain 19 %.

Aikakauden 1965 – 1995 parvekkeita on 664 000 kappaletta. Tämän aikakauden parvekkeita korjataan n. 3 % vuosittain. [Vainio et al. 2005]. Näiden olettamusten perusteella arvioidaan, että 2000-luvun aikana korjattujen parvekkeiden osuus 2010 parvekekannasta on n. 23 %.

Rakennusten poistumalla tarkoitetaan rakennuksen tarkoituksenmukaisen toiminnan loppumista joko ränsistymisen tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttumisen kautta. Kirjallisuuslähteessä on ilmaistu asuinkerrostalojen poistuman olevan hyvin vähäistä. [Heljo, 2010].

## 6. JULKISIVUJEN KORJAUSTARVE

### 6.1. Tulokset

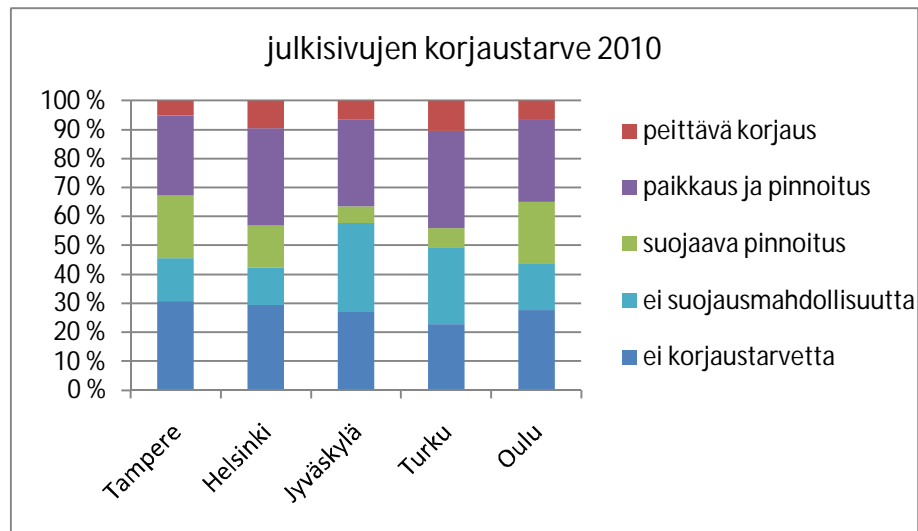
Tässä luvussa esitetään ennakointisovelluksen laskentatulokset. Laskentatulosteet on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1. Laskennassa käytetyt reunaehdot on käsitelty edellisessä luvussa 5.

#### 6.1.1. Yksittäisistä kaupungeista tehdyt havainnot

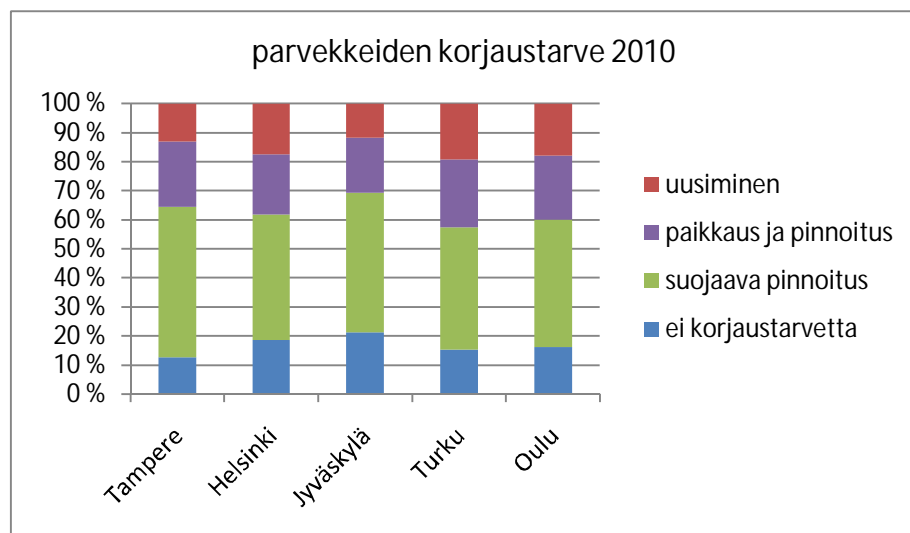
Aikakauden 1965 – 1995 asuinkerrostalojen betonielementtisten julkisivujen korjaustarpeet on laskettu viidellä paikkakunnalla laskentamallin avulla, joka perustuu julkisivujen kuntotutkimuksista kerättyyn tietokantaan betonijulkisivujen ominaisuuksista ja vaurioitumisesta. Mallissa oletetaan todellisen asuinkerrostalojoukon julkisivujen vaurioitumisen käyttäytyvän samoin kuin tietokannassa olevien rakennuksien. Laskentamalli arvioi julkisivujen teknisen, vaurioitumisen kautta syntyvän korjaustarpeen niiden iän ja pintatyyppin perusteella. Nämä ominaisuudet selvitetiin jokaisella paikkakunnalla otoksen avulla. Korjaustarpeen laskelma on arvio julkisivujen vaurioitumisesta, joka ei ota huomioon vuosittain tehtävien julkisivukorjausten vaikutusta rakennuskannan kuntoon. Aikakaudella 2000 – 2009 jo tehtyjen julkisivukorjausten osuus on arvioitu tässä työssä ja vähennetään korjaustarpeen lopputuloksesta.

Korjaustarpeita (suojaus, paikkaus tai peittävä korjaus) esiintyy 69 – 77 % julkisivuista tarkasteltavasta paikkakunnasta riippuen. Toisin sanoen täysin hyväkuntoisten (ei korjaustarvetta) julkisivujen osuus on 23 – 31 %. Perinteiset laastipaikkausmenetelmät ovat tämän hetken korjauksien yleisin menetelmä 27 – 34 % osuudella. Raskaampia peittäviä korjauksia tarvitaan 5 – 10 %:ssa julkisivuista ja suojaavat, kevyet menetelmät ovat mahdollisia 6 – 22 % julkisivuista. Korjattavasta julkisivukannasta karkeapintaisten ja pintatarvikkeellisten julkisivujen joukko muodostaa ryhmän ”ei suojausmahdollisuutta”, jonka osuus on 13 – 31 % julkisivuista. Suojaavien pinnoitteiden käyttö ei näiden julkisivutyyppeiden kanssa ole mahdollista, ja vaurioituminen etenee ajan myötä näiden julkisivujen kohdalla suoraan seuraavan asteen korjauksiin. Jyväskylässä ja Turussa näitä rakennuksia on suhteessa rakennuskantaan paljon, ja siten korjattavien julkisivujen osuus jää pienemmäksi kuin muualla Suomessa. Kuvissa 6.1 ja 6.2 on esitetty julkisivujen ja parvekkeiden korjaustarpeen jakautuminen menetelmittäin.





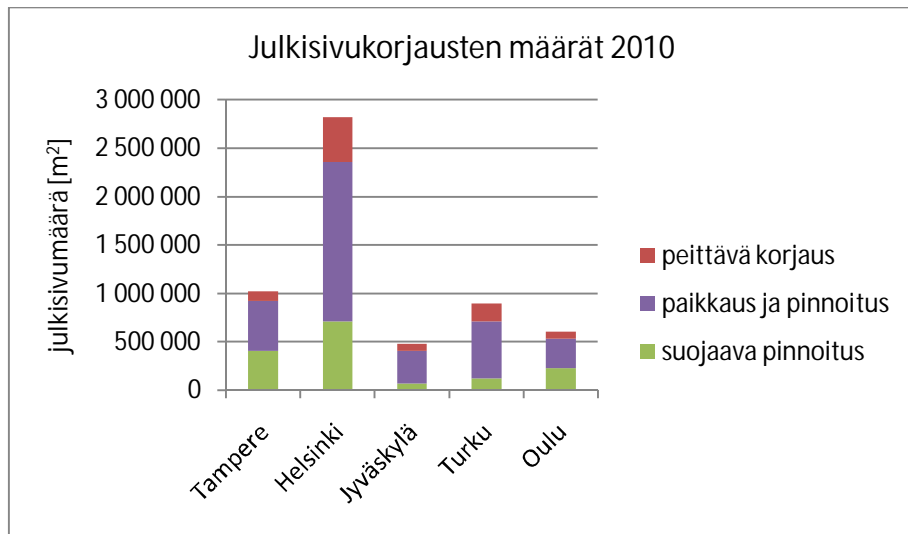
**Kuva 6.1.** Julkisivujen eriasteisten korjaustarpeiden jakautuminen paikkakunnittain vuonna 2010



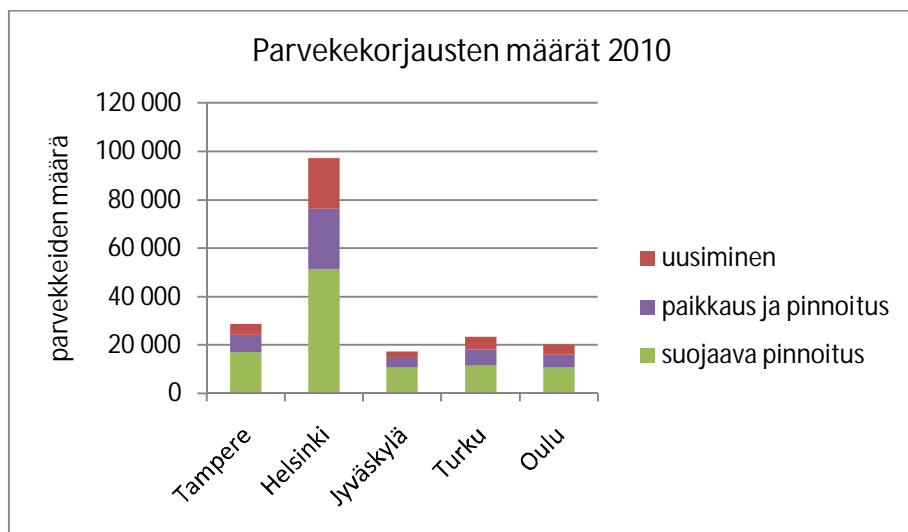
**Kuva 6.2.** Parvekkeiden eriasteisten korjaustarpeiden jakautuminen paikkakunnittain vuonna 2010

Parvekkeista likimain puolet, 42 – 52 %, voidaan suojata kevyitä pinnoitustyyppisiä korjaustapoja käyttäen. Paikkaus- ja pinnoituskorjauksia tarvitsevat 19 – 23 % parvekkeista ja 12 – 19 % tulee uusia kokonaan. Vain 13 – 21 % parvekkeista ei tarvitse välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Korjaustoimenpiteiden volyymi korjaustapakohtaisesti jaettuna on esitetty kuvissa 6.3 ja 6.4. Pääkaupunkiseutu erottuu määrältään selvästi muista tarkastelluista kaupungeista. Helsingin korjaustarve 2 800 000 m<sup>2</sup> on lähes kolminkertainen seuraavaksi suurimman, Tampereen, korjaustarpeeseen hieman yli 1 000 000 m<sup>2</sup>. Turun vastaava korjaustarve jää 900 000 m<sup>2</sup>:in, vaikka Turku ja Tampere ovat julkisivupinta-alalla mitattuina hyvin samankokoiset. Oulun julkisivujen korjaustarve on 600 000 m<sup>2</sup> ja Jyväskylän 480 000 m<sup>2</sup>. Korjaustarpeen julkisivupinta-alana määritetyt suuruusluokkaerot määräytyvät pääasiassa paikkakuntien rakennusten määrän mukaan.



**Kuva 6.3.** Korjaustarve julkisivupinta-alana paikkakunnittain vuonna 2010

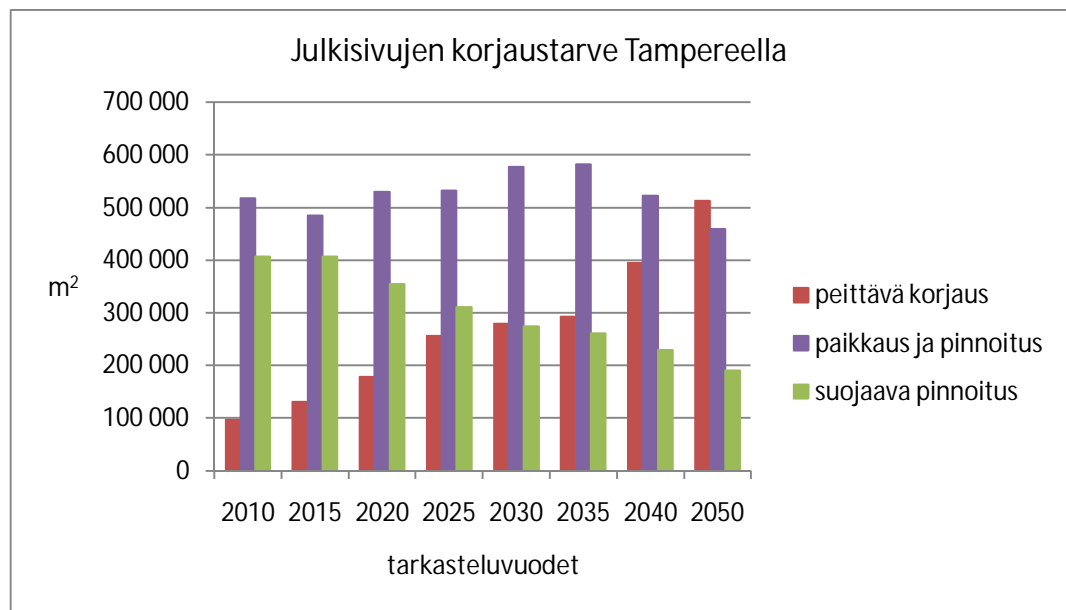


**Kuva 6.4.** Korjaustarve parvekemäärinä paikkakunnittain vuonna 2010

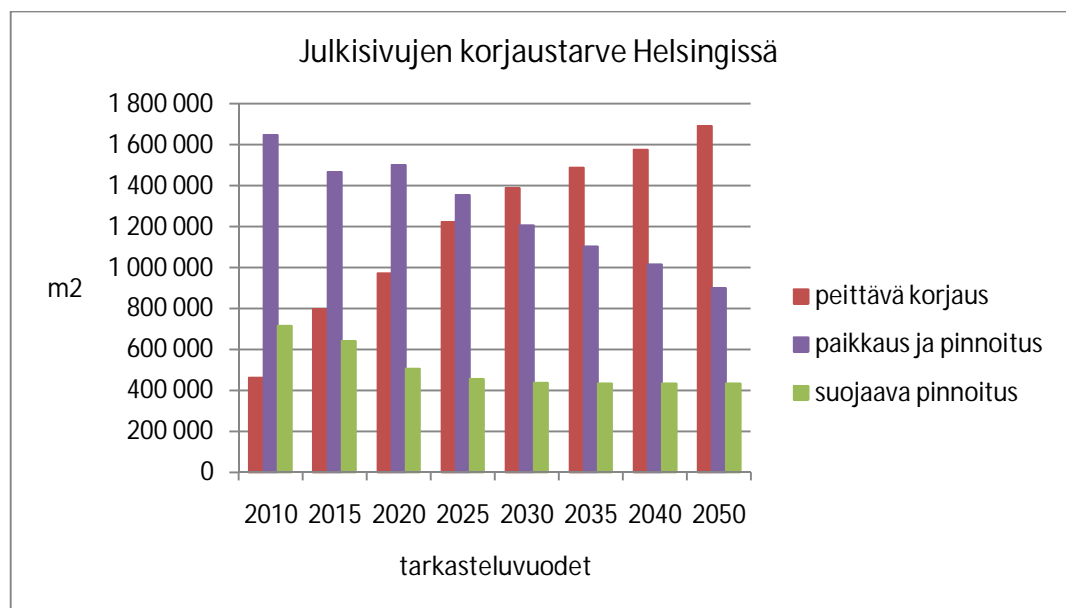
Myös parvekkeiden osalta Helsingin osuus erottuu selvästi muista. Helsingin korjaustarve on yhteensä 97 000 parveketta. Tampereella parvekkeiden korjaustarve on lähes 29 000 parveketta ja Turussa 23 000 parveketta. Oulussa ja Jyväskylässä korjaustarve on vastaavassa järjestyksessä 20 000 ja 17 000 parveketta. Määriä tarkasteltaessa on huomioitava, että likimain puolet korjaustarpeessa olevista parvekkeista voidaan säilyttää kevyitä suojaavia pinnoitusmenetelmiä käyttäen. Varsinaisesti uusimistarpeessa on suurusjärjestyksessä Helsinki 21 000 parveketta, Turku 5 300 parveketta, Tampere 4 300 parveketta, Oulu 4 300 parveketta ja Jyväskylä 2 600 parveketta.

Nykytilanteen lisäksi laskennassa tarkasteltiin julkisivujen korjaustarpeen kehittymistä 40 vuoden aikajaksolla. Aikajakso jaettiin viiden vuoden tarkastelujaksoihin, ja laskentamallin avulla laskettiin uusi julkisivujen korjaustarpeen arvio jokaiselle tarkastelujaksolle. Korjaustarpeen kasvu syntyy mallissa etenevän vaurioitumisen

kautta. Mallissa on oletettu, että korjauksia ei tehdä, vaan tarkastellaan vaurioitumisen kehittymistä. Kuvissa 6.5 ja 6.6 vertaillaan julkisivujen korjaustarpeiden kehittymistä sisämaassa sijaitsevalla Tampereella sekä rannikolla sijaitsevassa Helsingissä. Pylväät kuvaavat kunkin korjausmenetelmän tarpeen kehittymistä. Suurin osa nykyhetken korjaustarpeesta voidaan kattaa laastipaikkausmenetelmin. Ajan kuluessa raskaampien korjausmenetelmien osuus kuitenkin kasvaa nopeasti ja saavuttaa laastipaikkaukset Helsingissä 15 vuoden ja Tampereella hitaammin, n. 40 vuoden kuluessa. Tampereella suojaavien pinnoituskorjausten käyttömahdollisuus on huomattava, johtuen siitä, että Tampereen rakennuskannassa on paljon sellaisia julkisivuja, joille tämä korjaustapa on mahdollinen.

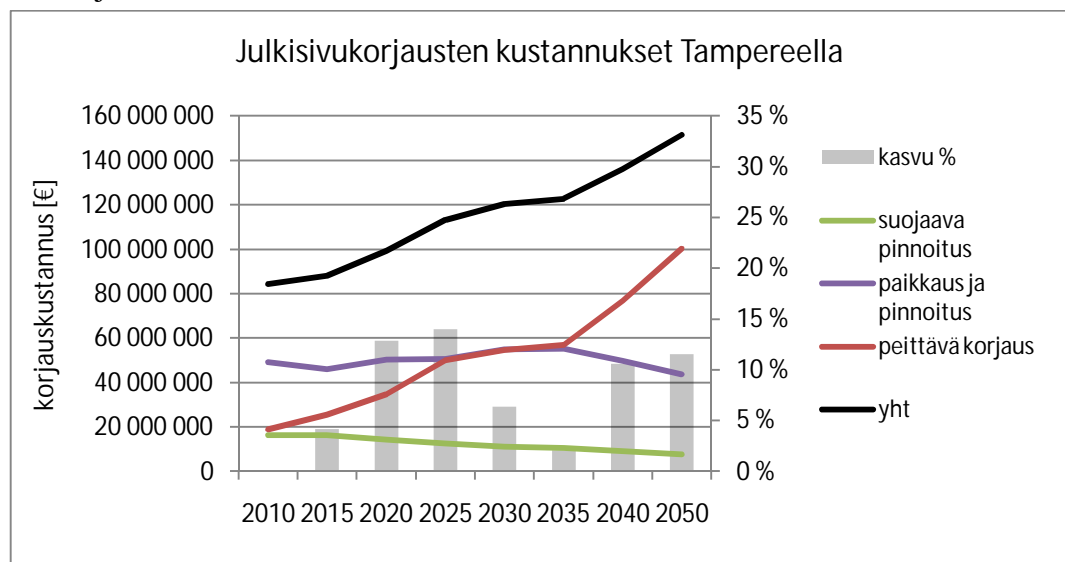


**Kuva 6.5.** Korjaustarve Tampereella vuosina 2010 - 2050

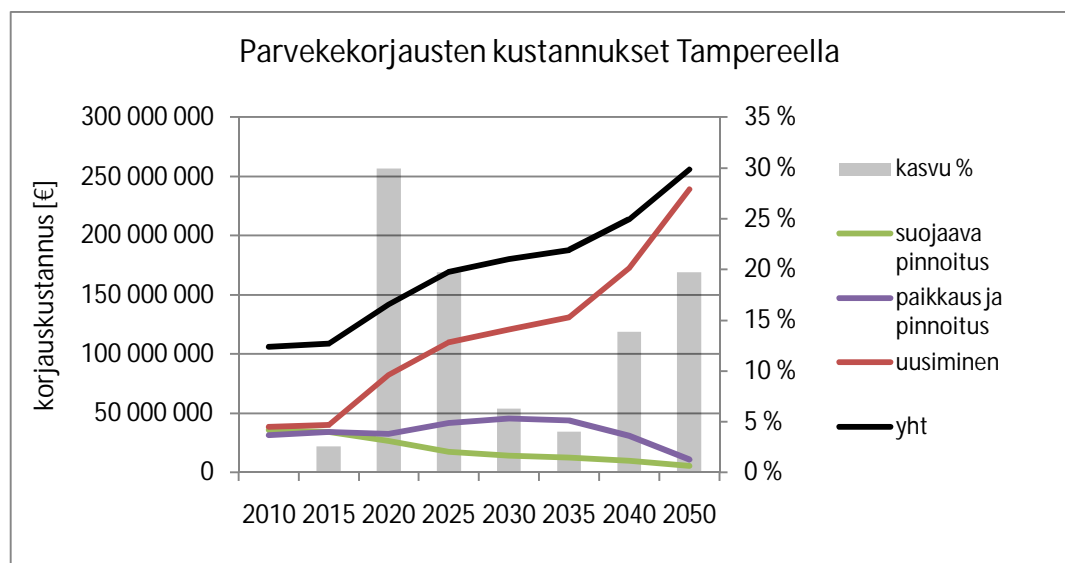


**Kuva 6.6.** Korjaustarve Helsingissä vuosina 2010 - 2050

Tähän asti tuloksia on tarkasteltu ainoastaan teknisessä korjaustarpeessa olevan julkisivumäärän kautta. Korjauskustannuksiin päästään asettamalla eri korjausvaihtoehdoille hintatieto, joka on syötetty sovellukseen Tampereen vuoden 2009 keskimääräisenä kustannustasona. Näitä hintoja käyttäen on laskettu korjausten arvo jokaisessa kaupungissa. Paikkakuntaakohtaisella hintatasolla on suuri merkitys kokonaiskustannusten kannalta. Kuitenkin julkisivujen teknisen korjaustarpeen vaikutuksen ja erojen tutkimiseksi on oletettu, että kustannustaso pysyy vakiona eri puolilla Suomea. Myöskään rahan arvon muutoksen ja korkotason muutoksen vaikutusta ei huomioida. Seuraavissa kuvissa käsitellään julkisivu- ja parvekekorjausten kustannuksia sekä Tampereella, kuvat 6.7 ja 6.8, että Helsingissä, kuvat 6.9 ja 6.10. Esitettäväksi on valittu kokonsa puolesta Suomen mittakaavassa merkittävä kaupunki sekä sisämaasta että rannikkoalueelta. Kuvissa on esitetty kunkin korjaustavan kustannusten kehitys sekä yhteiskustannusten kehitys ja kasvuprosentti kullakin tarkastelujaksolla.

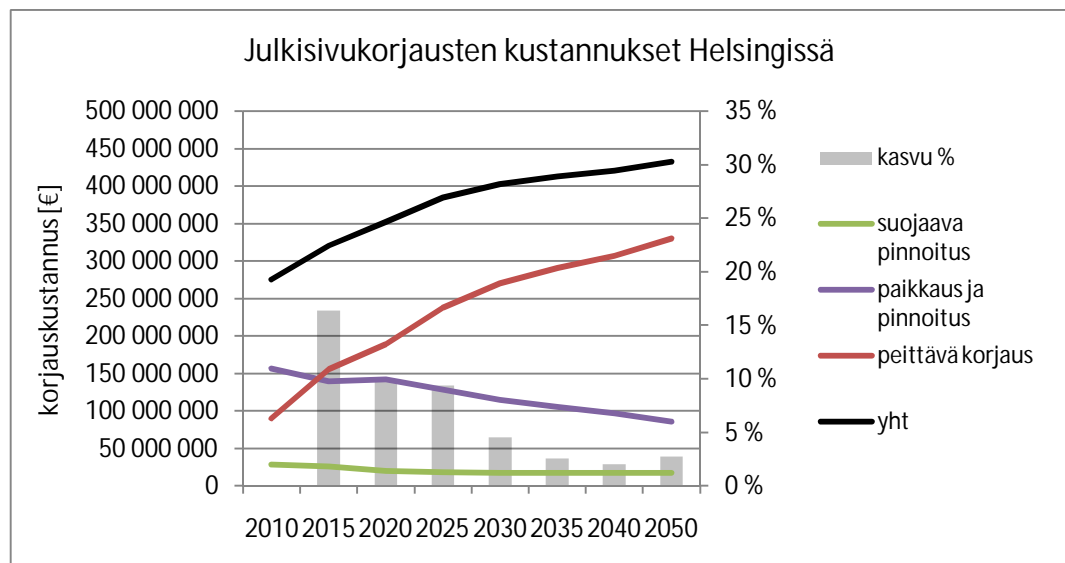


**Kuva 6.7.** Julkisivukorjausten kustannukset Tampereella vuosina 2010 - 2050

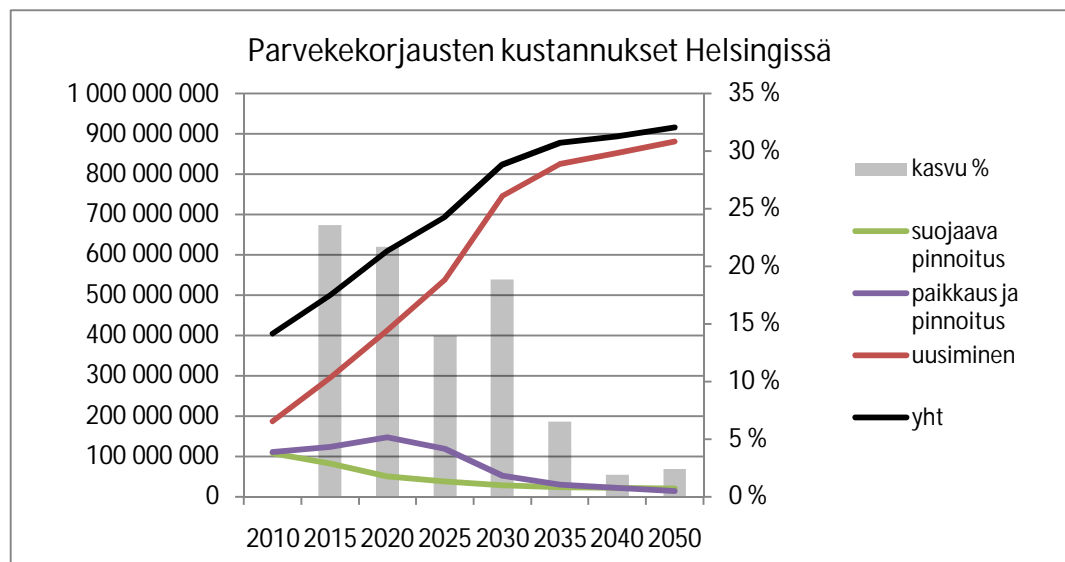


**Kuva 6.8.** Parvekekorjausten kustannukset Tampereella vuosina 2010 – 2050

Tampereella julkisivukorjausten kustannus vuonna 2010 on 84 000 000 € ja parvekkeiden 106 000 000 €. Vaurioitumisen kautta korjausten rahallinen arvo kasvaa keskimäärin 1,9 % vuodessa saavuttaen 151 000 000 € julkisivuissa ja 256 000 000 € parvekkeissa vuonna 2050. Näitä korjausten kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa on vielä huomioitava luvussa 5.3.4. arvioitu 2000-luvulla tehtyjen julkisivukorjausten osuus, koska nämä jo korjatut julkisivut vähentävät olemassa olevan rakennuskannan korjaustarvetta. 2000-luvulla tehtyjen korjausten osuudeksi arvioitiin aiemmin julkisivujen osalta 19 % ja parvekkeiden osalta 23 %. Näitä osuuksia ei ole vähennetty yllä mainituista lukuarvoista ja kuvaajista.



**Kuva 6.9.** Julkisivukorjausten kustannukset Helsingissä vuosina 2010 - 2050



**Kuva 6.10.** Parvekekorjausten kustannukset Helsingissä vuosina 2010 - 2050

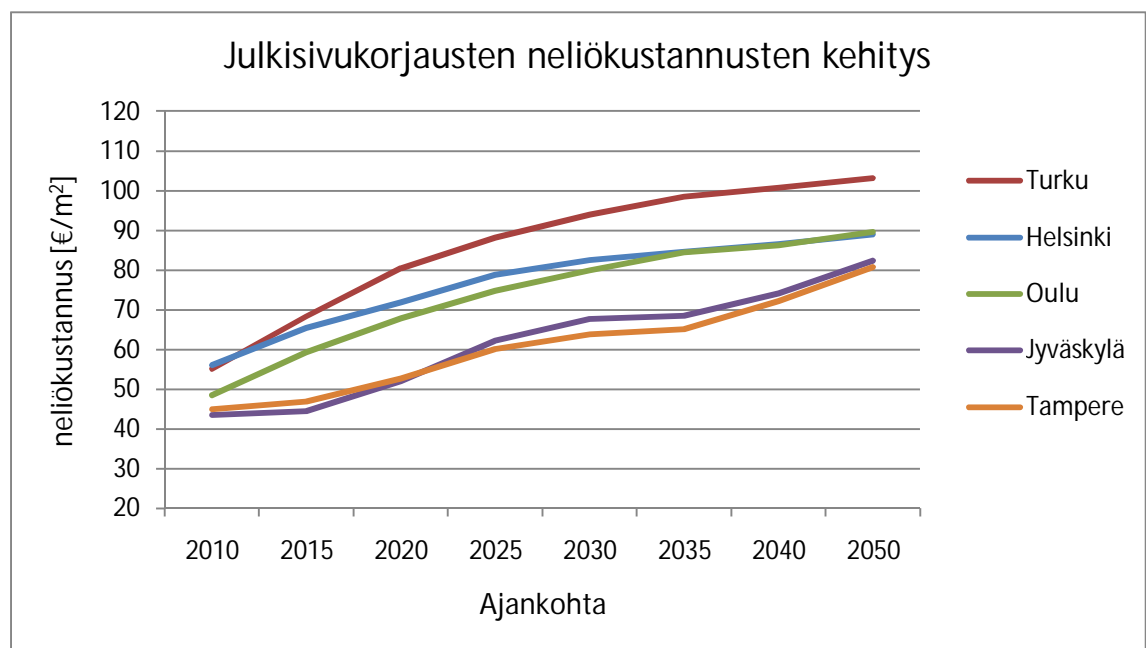
Helsingissä julkisivukorjausten kustannus vuonna 2010 on 275 000 000 € ja parvekekorjausten 405 000 000 €. Korjaustarve kasvaa julkisivuissa rahalliseen arvoon 433 000 000 € ja parvekkeissa 915 000 000 € vuoteen 2050 mennessä. Myös näistä

kokonaiskustannuksista on vähennettävä aikaisempien korjausten osuus, julkisivujen osalta 19 % ja parvekkeiden osalta 23 %.

Keskimääräinen vaurioitumisen kautta tuleva kasvu on 1,7 % vuodessa. Vaikka keskimääräinen kasvuennuste on Tampereen vastaavaa matalampi, on seuraavien 20 vuoden aikana tapahtuva kasvu merkittävä. Julkisivukannan nykytila on Helsingissä vaikeampi, ja julkisivujen korjausten osalta peittävän menetelmän kustannukset kasvavat korjaustavoista suurimmiksi jo viidessä vuodessa.

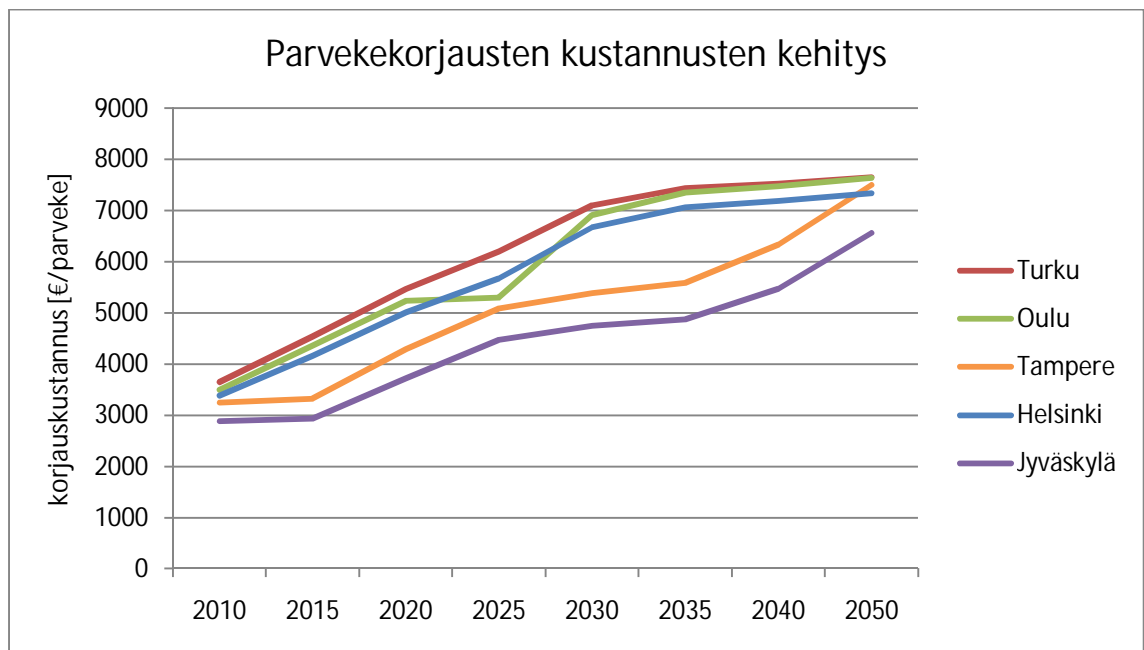
### 6.1.2. Julkisivujen korjaustarpeet Suomessa

Tässä luvussa yleistetään julkisivurakenteiden korjaustarve Suomen mittakaavaan. Yleistyksen perustana käytetään viiden tutkitun kaupungin laskennallista korjaustarvetta, joka, tarkasteltuna tilastokeskuksen tietoja 1965 – 1995 rakennettujen asuinkerrostalojen määrästä ko. paikkakunnilla ja koko Suomessa, edustaa n. 1/3 Suomen kerrostalokannasta. Kuvassa 6.11 on esitetty julkisivukorjausten keskimääräisten neliökustannusten kehitys eri kaupungeissa sekä kuvassa 6.12 parvekekorjausten keskimääräiset parvekekohtaiset kustannukset. Tässä luvussa esitetyt neliökustannukset tarkoittavat ko. paikkakuntien kaikkien asuinkerrostalojen julkisivujen keskimääräistä korjauskustannusta kaikki korjausvaihtoehdot huomioon ottaen. Korjauskustannukset on siis oletettu samoiksi kaikilla paikkakunnilla ja erot keskimääräisissä julkisivukorjausten neliökustannuksissa syntyvät paikkakuntien julkisivujen vaurioitumisen eroista.



**Kuva 6.11.** Julkisivukorjausten keskimääräiset neliökustannukset kaikki korjausvaihtoehdot huomioon ottaen eri alueilla vuosina 2010 - 2050

Kuvassa 6.11 esitetyt nykyhetkellä suurimmat kustannukset julkisivupinta-alaa kohden ovat Helsingissä 56,2 €/m<sup>2</sup> ja Turussa 55,1 €/m<sup>2</sup>. Matalimmat neliökustannukset syntyvät Jyväskylässä 43,5 €/m<sup>2</sup> ja Tampereella 45,0 €/m<sup>2</sup>. Oulu asettuu tälle välille arvoon 48,6 €/m<sup>2</sup>. Lukuarvojen vaihteluväli on 13 €/m<sup>2</sup>. Kaksi käytössä ollutta vaurioitumismallia, rannikko ja sisämaa erottuvat toisistaan tuloksissa selvästi. Rannikkokaupungit seuraavat samanmuotoista kehityskäyrää, jossa neliökustannus nousee aluksi nopeasti, ajan myötä hidastuvalla kasvunopeudella. Rannikkokaupungeista Turussa kustannukset kasvavat muita nopeammin. Sisämaan kaupungit noudattavat maltillisempaa kehitystä. Lopullisessa, vuoden 2050 tilanteessa Turun kustannukset ovat 103,1 €/m<sup>2</sup>. Oulu 89,7 €/m<sup>2</sup> on ohittanut Helsingin 89,0 €/m<sup>2</sup> ja Jyväskylä 82,4 €/m<sup>2</sup> on ohittanut Tampereen 80,7 €/m<sup>2</sup>. Keskimäärin vuoteen 2050 mennessä neliökustannukset lähes kaksinkertaistuvat lähtötilanteeseen nähden.

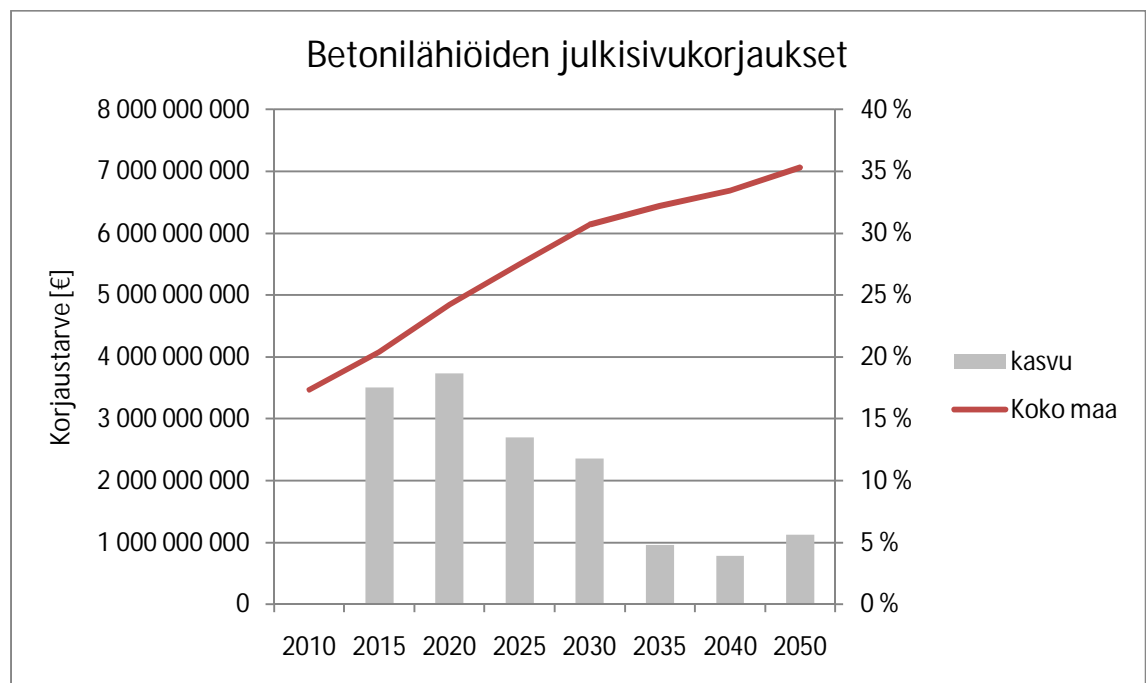


**Kuva 6.12.** Parvekekorjausten keskimääräiset kustannukset parveketta kohden kaikki korjausvaihtoehdot huomioon ottaen eri alueilla vuosina 2010 - 2050

Nykyhetkellä kaikkien parvekekorjausten keskimääräinen kustannus on Turussa 3650 €/parveke, Oulussa 3503 €/parveke, Helsingissä 3390 €/parveke, Tampereella 3245 €/parveke ja Jyväskylässä 2881 €/parveke. Korjaustarve kehittyy myös parvekkeiden osalta rannikkoalueilla aluksi nopeasti, ajan myötä hidastuvalla kasvunopeudella. Parvekkeiden korjaustarpeiden osalta sisämaan ja rannikon paikkakunnat eivät erotu toisistaan yhtä selvästi kuin julkisivuissa. Varsinkin Tampereen parvekkeiden korjaustarve kasvaa lopulta samaan luokkaan rannikon kaupunkien kanssa, vaikka rasisustaso on alhaisempi. Lopullinen vuoden 2050 parvekekorjauksiin tarvittava panostus on Turussa 7658 €/parveke, Oulussa 7647 €/parveke, Tampereella 7508 €/parveke, Helsingissä 7341 €/parveke ja Jyväskylässä 6570 €/parveke.

Vaurioitumisen hidastuminen rannikkokaupungeissa laskelman viimeisimpien vuosikymmenten aikana, vaikka rasisustaso pysyy koko ajan samana, voi viestiä siitä, että korjauskustannukset lähenevän teoreettista maksimiarvoa ts. tilannetta, jossa jokainen suomalainen betoniparveke on tullut käyttöikänsä päähän.

Viiden tarkastellun paikkakunnan tulokset muodostavat yhdessä korjaustarpeen arvion, joka käsittää yhteensä lähes 1/3 Suomen 1965 – 1995 kerrostalokannasta. Tulos yleistetään kertoimen 3,35 avulla, joka saadaan jakamalla 1965 – 1995 asuinkerrostalojen määrä koko Suomessa vastaavan ikäisten asuinkerrostalojen määrällä tarkastelun paikkakunnilla yhteensä. Kuvassa 6.13 on esitetty vuosina 1965 – 1995 rakennettujen betonielementtijulkisivujen tekninen korjaustarve, jossa on yhdistettynä sekä parvekkeiden että julkisivujen osuus. 2000-luvun korjausten vaikutus on huomioitu näitä kokonaiskustannuksia laskettaessa.



**Kuva 6.13.** Vuosina 1965 – 1995 valmistuneiden betonijulkisivujen tekninen korjaustarve 2010 – 2050 sekä kasvuprosentti tarkastelujaksoittain

Nykyinen korjaustarve käsittäen sekä julkisivujen että parvekkeiden korjaustarpeen on 3,5 miljardia euroa. Jos kaikki julkisivukorjaukset lopetetaan, korjaustarpeen kokonaisarvo kasvaa keskimäärin 1,8 % vuosittain. Vuonna 2050 korjaustarpeen arvioidaan olevan 7 miljardia euroa.

## 6.2. Tulosten analysointi

### 6.2.1. Julkisivujen korjausstrategia

Aikakauden 1965 – 1995 betonijulkisivujen tekninen korjaustarve on nyt 3,5 miljardia euroa. Jos kaikki julkisivukorjaukset lopetetaan, korjaustarpeen kokonaisarvo kasvaa



vuodessa keskimäärin 1,8 % ja tulee kaksinkertaistumaan seuraavien 40 vuoden aikana. Jos siis julkisivujen tekninen kunto halutaan säilyttää nykyisellä tasolla, on julkisivuista pystyttävä korjaamaan 1,8 % vuosittain. Tämä tarkoittaa 63 milj. € vuosittaista korjauskustannusta. Tämä nyt laskettu vuosittainen korjauskustannus on noin puolet vuonna 2000 arvioituista asuntoyhteisöjen omistamien julkisivujen korjauksista kertyvistä kustannuksista, 125 milj. € [Vainio et al., 2002, s. 31 - 33]. Tämä huomattava ero johtuu siitä, että uudessa arviossa oletetaan korjaustavan vastaavan tarkalleen julkisivun teknistä korjaustarvetta. Tällöin huomattavasti suurempaan osaan julkisivuja ehdotetaan kevyempiä ja halvempia korjauksia. Samoin malli ei ota huomioon tilanteita, joissa samassa urakassa korjataan esimerkiksi vaurioituneiden parvekkeiden ohella kaikki parvekkeet. On siis tilanteita, joissa korjataan rakenteita, joiden korjaustarve ei ole vielä realisoitunut. Tämä nostaa todellisia korjauskustannuksia.

Laskettu vuosittainen 63 milj. € korjauskustannus on siinä mielessä teoreettinen, että muiden kuin teknisten syiden johdosta korjaustavan valinnassa ei todellisuudessa voida noudattaa täysin mallin antamaa strategiaa. Ottamalla kehitetty ennakointimalli käyttöön rakennusjoukon korjaustavan valinnassa voidaan vuosittain julkisivukorjauksiin käytettävää rahasummaa silti pienentää helposti 10 – 20 %. Kysymys on korjausten ennakkoinnista, jolloin on vielä aikaa tunnistaa ne julkisivut, joille kevyet korjaustavat ovat mahdollisia. On myös huomionarvoista, että korjauskustannuksen pienentäminen ei millään lailla heikennä julkisivujen käyttöikää, päinvastoin. Säästö aiheutuu pelkästään siitä, että noudatetaan oikeanlaista julkisivujen korjausstrategiaa ja valitaan oikean asteisia korjaustapoja oikeaan aikaan.

Jos julkisivuille ei tehdä mitään, julkisivujen korjaustarve kaksinkertaistuu 40 vuodessa. Tämä johtuu tällä hetkellä vielä mahdollisina olevien kevyiden korjaustapojen korvautumisesta raskaammilla ja kalliimmilla korjauksilla. Varsinkin suojaavien pinnoitteiden potentiaalin hyödyntämisellä voidaan pidentää rakenteiden käyttöikää ja pienentää korjauskustannuksia. Yleisesti tehdään varman päälle paljon raskaita julkisivukorjauksia, jotka nostavat tarpeettomasti julkisivujen korjaamisen kustannuksia. Toki raskaampia korjauksia on tehtävä silloin, kun ne ovat tarpeen. Teknisen korjaustarpeen kautta raskaat, peittävät korjaustavat ohittavat nykyisin yleisimmät paikkauskorjaukset seuraavien 15 vuoden aikana. Korjausten ennakointiin on siis vielä aikaa myös 1970- ja 80-luvun rakennuksien osalta.

Teoriassa suojaavien korjaustapojen käyttöä olisi järkevää painottaa uudempaan rakennuskantaan, jossa suojaamisella voidaan saavuttaa suurimmat edut. Vanhemman rakennuskannan osalta korjausmenetelmä määräytyy enemmän tapauskohtaisesti. Käytännössä korjaustavan määrittämiseen luotettavasti tarvitaan aina kattava julkisivun kuntotutkimus, joka perustuu riittävään mitattuun tietoon kyseisen julkisivun vaurioitumisen tilasta.

Tulosten valossa suomalaisessa rakennuskannassa on huomattava osuus, 13 – 31 % paikkakunnasta riippuen, pintatarvikkeellisia ja karkeapintaisia julkisivuja, joille nykyiset suojaavat korjausmenetelmät eivät sovellu. Tämän joukon julkisivujen vaurioitumista ei voida hidastaa ennen kuin vauriot ovat edenneet pitkälle. Myös laastipaikkausmenetelmillä tehtävät korjaukset ovat erityisen vaativia näiden julkisivujen kohdalla, jos paikkaus ei saa erottua julkisivusta. Käytännössä näille julkisivuille on olemassa vain raskaita korjausmenetelmiä, jotka samalla ovat kustannuksiltaan kalliita.

### 6.2.2. Tulosten luotettavuus

Korjaustarpeen arvio on tuotettu julkisivujen vaurioitumista kuvaavan mallin avulla. Julkisivujen vaurioituminen on tapahtuma, jonka kaikkia vaikuttavia muuttujia ei voida luotettavasti mallintaa. Kun mallia kehitetään monimutkaisemmaksi, se tehdään usein käytettävyyden kustannuksella. Mallista ja sovelluksesta haluttiin helposti käytettävä, joten useita reunaehtoja on lukittu jo mallin laatimisen aikana käyttäen järkeviksi todettuja lähtöoletuksia. Tässä työssä havaitut luotettavuuteen vaikuttavat asiat koskevat pääosin vaurioitumismalliin tehtyjä oletuksia sekä rakennuskannan tiedonkeruun luotettavuusongelmia. Yleisellä tasolla laskelman tulokset ovat samassa suuruusluokassa julkisivujen korjausrakentamisesta viimeisten kymmenen vuoden aikana tehtyjen katsaustutkimusten kanssa ja vaikuttavat niihin peilattuna järkeviltä.

Tiedonkeruussa rakennuskannan ominaisuuksista kokeiltiin useita tiedonkeruutapoja. Tampereen otos kerättiin kokonaan pääpiirustuksia selaamalla. Ongelmaksi muodostui se, että tietojen dokumentointi on ollut puutteellista ja useissa tapauksissa jouduttiin tarvittavat tiedot päättelemään. Pistotarkastuksien perusteella ei kuitenkaan uskota tämän aiheuttaneen merkittävää virhettä lähtötietoihin. Internetissä tehtävät haut ovat nopea tapa päästä käsiksi suureen määrään tietoa myös rakennuksista. Valokuvien perusteella rakennuksen pääasiallinen pintatyyppi sekä kerrosluku oli suhteellisen helppo määrittää. Suurin epävarmuus tässä tiedonkeruutavassa liittyy parvekemäärien selvittämiseen, koska rakennusta päästään katselemaan vain ennalta määrätyistä kuvakulmista. Tätä tiedonkeruutapaa käytettiin Helsingin, Turun ja Oulun aineiston keruussa sekä osittain myös Jyväskylässä. Rakennusalueiden kiertäminen jalan antaa varmasti oikean otoksen, mutta se on myös samalla kaikkein hitain menetelmä. Tiedonkeruu eri paikkakunnilla on käsitelty luvussa 5.1.2.

Otoksen koko vaikuttaa sen edustavuuteen perusjoukon suhteen. Kuitenkin otoksen edustavuuden mittaaminen pelkän otoskoonkaan perusteella ei anna oikeaa kuvaa. Otoksella on olemassa saturaatiopiste, tietty rajakoko, jonka jälkeen otoksen koon kasvattaminen ei enää kasvata otoksen edustavuutta. Suurikin otos voi olla harhainen, jos se on kerätty tutkittavia rakennuskannan ominaisuuksia virheellisesti korostavalta alueelta esimerkiksi yhdestä lähiöstä, jonka julkisivujen rakentamista ohjaavat

kaavamääräykset. Tässä työssä kerätyt otokset ovat melko pieniä ottaen huomioon inventoitavan rakennuskannan koon ja hajautuneisuuden ympäri Suomen. Otoksien luotettavuutta pyrittiin parantamaan suunnittelemalla otanta niin, että paikalliset ominaisuudet eivät korostu liikaa. Otos hajautettiin viiteen paikkakuntaan ja paikkakuntien sisällä useampaan inventoitavaan alueeseen. Alueita painotettiin sen mukaan, kuinka paljon ne sisälsivät rajaukseen kuuluvia rakennuksia. Otoksen kokoa kasvattamalla voitaisiin tämän laskelman luotettavuutta kuitenkin vielä parantaa.

Verrattaessa alkuperäisen kerätyn aineiston ikäjakaumaa Tilastokeskuksen vastaavaan havaittiin, että otokset olivat kautta linjan ikäjakauman mukaan harhaisia. Otoksia korjattiin poistamalla rakennuksia otoksesta liikaa korostuvilta aikakausilta. Rakennuksien poistaminen tehtiin systemaattisesti ikäjärjestyksessä. Otoksen pienentäminen luonnollisesti muutti myös julkisivutyypin jakautumista otoksessa. Harvinaisimmat jopa kaksinkertaistivat osuutensa otoksessa. Yleisimpien pintatyyppien kohdalla ei vaikutus ollut yhtä suuri. Vaikka pintatyyppien jakauma muuttui aineiston korjauksen yhteydessä, ei sitä voida pitää luotettavuuden kannalta haitallisena. Korjatun aineiston voidaan perustella kuvaavan rakennuskantaa paremmin kuin korjaamaton, koska korjattu aineisto vastaa todellisuutta ikäjakauman puolesta. Lopullista tarkkaa vertailupohjaa ei ole. Aineiston korjausta käsitellään luvussa 5.1.3.

Korjattavan julkisivun määrän sekä korjauskustannusten laskentaa varten oli tarpeen määrittää tyyppitalo, joka on rakennusjoukon ominaisuuksista keskiarvostettu rakennus, mitä kertomalla voidaan kuvata koko rakennusjoukkoa. Koska Tampereen alue inventoitiin piirustuksia tarkastelemalla, myös tyyppitalon julkisivun määrä selvitettiin Tampereen otoksesta. Muilta paikkakunnilta kerättiin rakennuksien kerrosluvut. Näiden paikkakuntien tyyppitalona käytettiin Tampereen julkisivun määrää skaalattuna vastaamaan paikkakunnan kerroslukua. Yksittäisten rakennusten kohdalla keskiarvostus ei toimi, mutta tarkasteltaessa suuria joukkoja saadaan hyviä tuloksia. Kertomalla keskimääräinen julkisivuala aikakauden 1965 – 1995 asuinkerrostalojen määrällä saadaan ko. aikakauden asuinkerrostalojen laskennalliseksi julkisivun määräksi 35,5 milj. m<sup>2</sup>, mikä on samaa suuruusluokkaa muidenkin arvioiden kanssa. Luvussa 5.3.2 on käsitelty tyyppitalon määrittelyä.

Korjaushintojen muutoksen vaikutus näkyy lopputuloksissa vahvasti, koska kokonaistarkastelussa korjausvolyyymi on hyvin suuri. Helsingin aineistolla tehdyn tarkastelun mukaan kustannusten kokonaistason 5 % muutoksen vaikutus Helsingin julkisivujen korjauskustannuksissa on volyymin vuoksi 34 milj. € Yksittäisten korjaustoimien kustannusten vaikutus näkyy selvimmän niissä kaupungeissa, joissa kyseinen korjaustapa on vaurioitumisen kautta muodostunut yleiseksi. luvussa 5.3.3.

## 7. JATKOTUTKIMUSTARPEET

### **Mallin päivitys vastaamaan uudempaa rakennuskantaa**

Julkisivujen vaurioitumismalli perustuu kuntotutkimusraporteista kerättyyn tietoon rakenteiden vaurioitumisesta ja siinä oletetaan, että koko Suomen asuinkerrostalokannan julkisivujen vaurioituminen käyttäytyy samalla tavalla kuin tietokannan rakennuksien. Tämänhetkinen tietokanta käsittää aikakauden 1965 – 1995 rakennukset. Tätä uudempien julkisivujen vaurioitumista ei tällä aineistolla voida päätellä. Kuntotutkimuksia tehdään jatkuvasti ja niiden yhteydessä valmistuu uusia raportteja. Kuntotutkimustietokantaan tulee tehdä päivityskierros, kun aineistoa on syntynyt lisää.

### **Korroosiomallin kehittäminen**

Raudotteiden korroosioaurioiden mallintaminen perustuu tämänhetkisessä sovelluksessa ainoastaan raudotteita ympäröivän betonin karbonatisoitumisajan laskentaan. Jatkotutkimusten avulla myös aktiivisen korroosion aika ennen halkeamien syntyä voitaisiin hyödyntää rakenteen käyttöikänä. Tutkimus edellyttäisi käytännön mittauksia julkisivuraudoitteiden korroosion etenemisestä ja selvityksiä siihen vaikuttavista tekijöistä esimerkiksi vuotuisista sademääristä.

### **Korjausrakentamisen määrä**

Tässä työssä on keskitytty vaurioitumisen etenemisen mallintamiseen ja tätä kautta syntyvän korjaustarpeen laskemiseen. Julkisivut vaurioituvat nykyisessä mallissa vapaasti. Käytännössä julkisivuja korjataan jatkuvasti, mikä vuosittain vähentää rakennuskannassa korjaustarpeessa olevien julkisivujen määrää. Jos vuosittain tehtävien julkisivukorjausten määrä tunnetaan, voidaan arvioida korjaustarpeen todellista kehittymistä rakennuskannassa. Tuorein lähde julkisivujen korjausrakentamisesta on vuodelta 2005. Tätä tutkimusta olisi jo aika päivittää. Toisaalta voitaisiin myös kehittää korjausrakentamisen tilastointia kattavammaksi.

### **Kattavampi aineisto Suomen rakennuskannasta**

Nyt tuotettu koko Suomen rakennuskantaa koskeva arvio on tehty suhteellisen pienen otoksen perusteella kerätyllä julkisivujen ikä- ja pintatyypijakaumalla. Otoksien oikeellisuutta on testattu vertaamalla saatua aineistoa tilastokeskuksen tietokantaan, mutta käytössä olleilla aineistonkeruutavoilla otokseen jää väistämättä epävarmuutta. Hankkimalla tutkimusta varten rakennuskannan tuntevia yhteistyötahoja, voitaisiin Suomen rakennuskanta kuvata tämän tutkimuksen otosta paremmin ja poistaa tähän

liittyvää epävarmuutta. Hyötynä yhteistyökumppanit saisivat yksilöllisesti heille räätälöidyn laskennan julkisivujen korjaustarpeesta heidän omassa rakennuskannassaan.

### **Suojaavien pinnoitteiden kehittäminen pintatarvikkeellisille ja karkeapintaisille julkisivuille**

Tutkimuksen yhteydessä todettiin, että suuri osa suomalaisesta rakennuskannasta on julkisivuja, joille nykyiset suojaavat pinnoitteet eivät sovellu. Tämä tarkoittaa sitä, että näiden karkeiden ja pintatarvikkeellisten julkisivujen osalta korjausten ennakointi ja ennaltaehkäisy ei ole mahdollista, koska soveltuvat korjaustavat ovat raskaita. Näille julkisivuille sopivia pinnoitteita kehittämällä voitaisiin korjausvaihtoehtoja lisätä.

## LÄHTEET

Basheer P., Chidiac S., Long A. 1996. Predictive models for deterioration of concrete structures. *Construction and building materials*, Vol. 10, No. 1, pp. 27 – 37. Elsevier Science Ltd

Broomfield J. 1997. *Corrosion of Steel in Concrete*. London, E & F Spon. 214 s.

Gjørsv O. 2009. *Durability design of concrete structures in severe environments*. New York, Taylor & Francis. 220 s.

Heljo, J., Nippala, E., Hekkanen, M., Kurvinen, A., Vihola, J. 20.9.2010. Energiatohokkuuden parantaminen nykyisessä rakennuskannassa (EPAT) [julkaisematon käsikirjoitus]. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustuotanto ja – talous.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja kirjoita*. 13. painos. Helsinki, Tammi.

Lahdensivu J., Varjonen S., Köliö A. 2010. *Betonijulkisivujen korjausstrategiat*. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tutkimusraportti 148. 79 s.

Lindberg, R., Kerokoski, O. 2009. Kurssin ”Teräsbetonirakenteet” luentoaineisto. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. 27.11.2009.

Mattila J., Pentti M. 2004. Suojaustoimien tehokkuus suomalaisissa julkisivuissa ja parvekkeissa. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Talonrakennustekniikka. tutkimusraportti 123. 69 s.

Mäkiö E. 1994. *Kerrostalot 1960 – 1975*. 1. painos. Helsinki, Rakennustieto Oy. 271 s.

Neville A.M. 1995. *Properties of Concrete*. 4th edition. Essex. Longman Group. 844 s.

Nippala E, Jaakkonen L. 1993. Asuinrakennusten perusparannustarve – ASPE –mallin menetelmäkuvaus ja laskelma 1990 –luvun perusparannustarpeesta. Helsinki, Asuntohallitus. 48 s.

Nippala E, Skogberg M. 1991. Asuinrakennusten korjaustarve 1990 – luvulla. Helsinki, Asuntohallitus. 50 s.

Nippala E. 1988. Asuinrakennusten perusparannustarve ja sen ohjelmointi. TTKK. Diplomityö. 91 s.

Kuokkanen-Suomi L., Salastie R. 1995. Kontula aluerakentamisen mallikohteena – selvitys Kontulan rakennetusta ympäristöstä. Helsinki. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 40 s.

Pentti M., Mattila J., Wahlman J. 1998. Betonijulkisivujen ja parvekkeiden korjaus Osa 1: Rakenteet, vauriot ja kunnan tutkiminen. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Talonrakennustekniikka. Julkaisu 87. 156 s.

Pigeon M., Pleau R. 1995. Durability of concrete in cold climates. London. E & FN Spon. 244 s.

RTT Rakennustuoteteollisuus ry. 1995a. Valmisosarakentaminen 1 osa D: Betonijulkisivut. Lahti. RTT Rakennustuoteteollisuus ry. 108 s.

RTT Rakennustuoteteollisuus ry. 1995b. Valmisosarakentaminen 2 osa M: Liitokset ja detaljit. Lahti. RTT Rakennustuoteteollisuus ry.

RTT Rakennustuoteteollisuus ry. 1995c. Valmisosarakentaminen 2 osa J: Betonielementtiparvekkeet. Lahti. RTT Rakennustuoteteollisuus ry.

Salastie R. 1998. Myllypuro rakennusinventointi 1988. Helsinki, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 48 s.

Schweitzer P. 1989. Corrosion and corrosion protection handbook. New York, Marcel Dekker Inc. 660 s.

Suomen Betoniyhdistys r.y. 1989. BY32 Betonirakenteiden säilyvyysohjeet ja käyttöikämitoitus. Jyväskylä. Suomen Betoniyhdistys r.y.

Suomen Betoniyhdistys r.y. 1993. BY15 Betoninormit. Jyväskylä. Suomen Betoniyhdistys r.y.

Suomen Betoniyhdistys. 2002. BY42 Betonijulkisivun kuntotutkimus. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys

Suomen Betoniyhdistys. 2004. BY50 Betoninormit. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto. 1978. Betoninormit 1978. Suomen Rakennusinsinöörien liitto.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto. 1981. Betoninormit 1981. Vammala. Suomen Rakennusinsinöörien liitto.

Tuutti K. 1982. Corrosion of steel in concrete. Stockholm. Swedish Cement and Concrete Research Institute.

Vainio T., Lehtinen E., Nuuttila H. 2005. Julkisivujen uudis- ja korjausrakentaminen. Tampere, VTT Tutkimusraportti. 26 s.

Vainio T., Jaakkonen L., Nippala E., Lehtinen E., Isaksson J. 2002. Korjausrakentaminen 2000–2010. Espoo. VTT Tiedote 2154. 60 s.

Weijo I. 2008. Betoniparvekkeiden pakkasenkestävyys olemassa olevissa rakenteissa. TTY. Diplomityö. 168 s.

Ympäristöministeriö. 2007. Korjausrakentamisen strategia 2007 – 2017. Helsinki. Ympäristöministeriö. 48 s.

### **Verkkolähteet:**

Betoniteollisuus ry. 2010. Elementtirakentamisen historia. [WWW]. [Viitattu 23.7.2010]. Saatavissa: <http://www.betoni.com/fi/Elementtirakentaminen/Historia/>

Heikkilä, J. (jari.heikkila@ouka.fi). 18.5.2010. VS: Oulun asuinalueiden rakenne diplomityötä varten [sähköposti]. Vastaanottaja: Köliö, Arto (arto.kolio@tut.fi).

Hintsanen, T. (timo.hintsanen@turku.fi). 17.8.2010. VS: Turun asuinalueiden inventointitietoa diplomityötä varten [sähköposti]. Vastaanottaja: Köliö, Arto (arto.kolio@tut.fi).

Rakennuslehti. 2010. Tietoa rakennusalaista. [WWW]. [Viitattu: 26.7.2010]. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/tietoa/>

RTT Rakennustuoteteollisuus ry. 2010. Julkisivurakenteiden lämpö- ja kosteustekniikka. [WWW]. [Viitattu 23.11.2010]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/lampo-ja-kosteustekniikka>

Salastie, R. (riitta.salastie@hel.fi). 4.2.2010. VS:VS: Rakennusten määrä Helsingissä vuosina 1965 – 1995 [sähköposti]. Vastaanottaja: Köliö, Arto (arto.kolio@tut.fi).



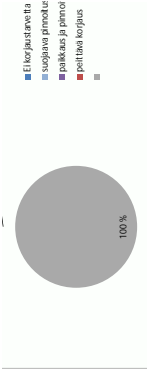
Tilastokeskus. 2010. Asumisen tilastot. [WWW]. [Viitattu: 11.6.2010]. Saatavissa: <http://www.tilastokeskus.fi/til/asu.html>

Valtionvarainministeriö. 2009. Valtiokonttorin ehdotus tilinpäätökseksi varainhoitovuodelta 2008. [WWW]. Saatavissa: <http://www.valtiokonttori.fi/public/download.aspx?id=77732&guid={4564196e-ced5-4210-bfad-75f36d9f8efd}>

Valtonen, Simo-Pekka. (simo-pekka.valtonen@laurimehto.fi). 12.8.2009. Re: Hintatietoutta BeKo-ohjelmaan [sähköposti]. Vastaanottaja: Lahdensivu, Jukka (jukka.lahdensivu@tut.fi).

## **LIITE 1: KORJAUSTARVELASKELMIEN TULOKSET KOKONAISUUDESSAAN**

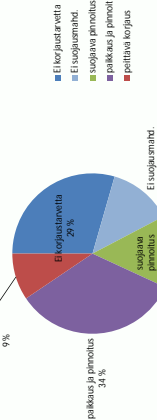




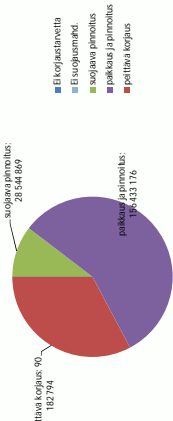
Julkisivut

raennuksia	117				
osuus koko julkosta	1				
Ei vaurioitu	0.3174		kar: teräsmäliä	5,7%	m2 272866
Ei näkyvä vaurioita	0.2959				
pakkauts	0.2009				
laaja alalla	0.0961				
Ei korjattavalla	0.3174	1527470			
Ei suojattavalla	0.1387	667486			
suojaava pinnoitus	0.1572	756516			
pakkauts ja pinnoitus	0.2009	1399940			
poistava korjaus	0.0961	462476			
tarkitussumma	1,0003				
m2	144866,2	€	0		
Ei korjattavalla	0				
Ei suojattavalla	0				
suojaava pinnoitus	28 544 869				
pakkauts ja pinnoitus	156433 176				
poistava korjaus	90 182 794				
JULKISVUT YHT	2 822 763 m2	275 160 840 €			56,2 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



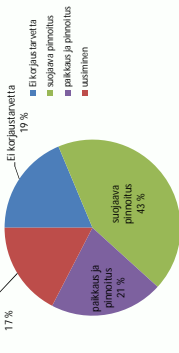
Parvekkeet

lkmäläiä	3664	
osuus koko julkosta	1	
Ei vaurioitu	0.1742	
Ei näkyvä vaurioita	0.4024	
pakkauts	0.1561	
laaja alalla	0.1556	
Ei korjattavalla	0.1742	
suojaava pinnoitus	0.4024	
pakkauts ja pinnoitus	0.1561	
uusiminen	0.1556	
tarkitussumma	0.8883	

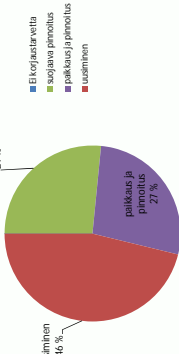
Toimenpiteet (pakkauts + korroosio)

kpl	€
Ei korjattavalla	22266
suojaava pinnoitus	51435
pakkauts ja pinnoitus	107 349 780
uusiminen	24885
PARVEKKEET YHT	186 702 303
119339 kpl	404 506 906 €
	3390 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



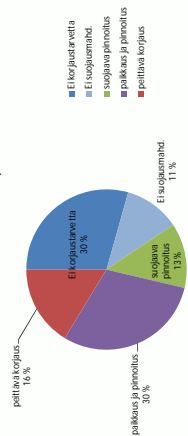
Julkisivut

raennuksia osaukoko jakotia	117 1	m2	289228	6,0%	kar: teraslaia	m2
Elvauriddu	0.3174					
Elrakayta vaurioita	0.2628					
pakkaus	0.2547					
laaja alaila	0.1655					
Elkorjastarvetta	0.3174	152740				
El suojumand.	0.1213	583749				
suojaava pinnolus	0.1415	680961				
pakkau ja pinnolus	0.2547	1225729				
peittavakorjuus	0.1655	796459				
tarkitussumma	1,0004					

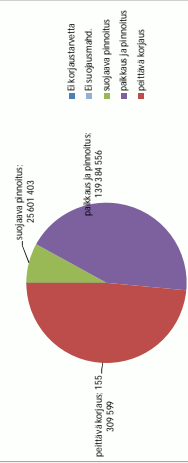
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	m2	1435669	€	0
El suojumand.		640035		25 601 403
suojaava pinnolus		139 384 556		139 384 556
pakkau ja pinnolus		155 309 599		155 309 599
peittavakorjuus		796459		320 295 558 €
JULKISIVUT YHT	2 903 700 m2			65.5 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



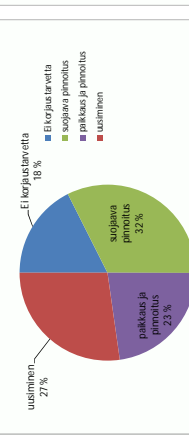
Parvekkeet

lkumalaira osaukoko jakotia	3664 1				
Elvauriddu	0.1656				
Elrakayta vaurioita	0.2809				
pakkaus	0.1761				
laaja alaila	0.2454				
Elkorjastarvetta	0.1656				
suojaava pinnolus	0.3069				
pakkau ja pinnolus	0.1761				
usiminen	0.2454				
tarkitussumma	0.894				

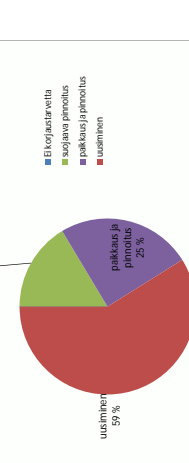
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	kpl	21107	€	0
El suojumand.		39117		81 868 748
suojaava pinnolus		27320		123 489 951
pakkau ja pinnolus		32729		294 501 280
usiminen		120273		499 859 999 €
PARVEKKEET YHT	120273 kpl			4156 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



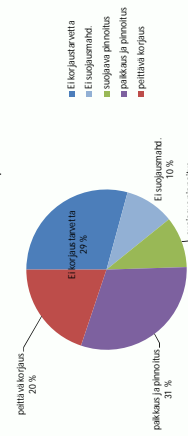
Julkisivut

raennuksia osaukoko jakotia	117 1	m2	304628	6,3%	kar: teraslaia	m2
Elvauriddu	0.3174					
Elrakayta vaurioita	0.2799					
pakkaus	0.261					
laaja alaila	0.2018					
Elkorjastarvetta	0.3174	152740				
El suojumand.	0.1079	519263				
suojaava pinnolus	0.112	538994				
pakkau ja pinnolus	0.261	1256048				
peittavakorjuus	0.2018	971151				
tarkitussumma	1,0001					

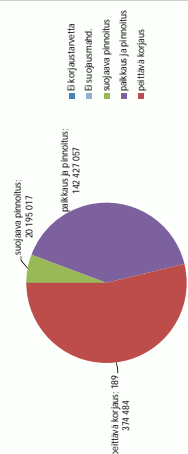
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	m2	1430781	€	0
El suojumand.		508775		20 196 037
suojaava pinnolus		1492232		14 427 057
pakkau ja pinnolus		971151		189 374 484
peittavakorjuus		2 975 259 m2		351 996 558 €
JULKISIVUT YHT	2 975 259 m2			71.9 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



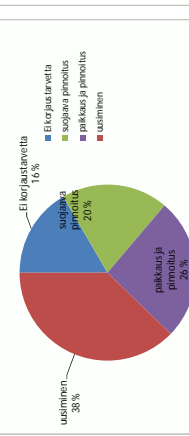
Parvekkeet

lkumalaira osaukoko jakotia	3664 1				
Elvauriddu	0.1581				
Elrakayta vaurioita	0.187				
pakkaus	0.2117				
laaja alaila	0.3433				
Elkorjastarvetta	0.1581				
suojaava pinnolus	0.187				
pakkau ja pinnolus	0.2117				
usiminen	0.3433				
tarkitussumma	0.9001				

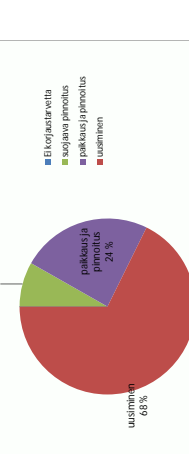
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	kpl	20119	€	0
El suojumand.		23797		49 901 668
suojaava pinnolus		31639		146 492 918
pakkau ja pinnolus		45786		411 868 334
usiminen		121340		608 262 920 €
PARVEKKEET YHT	121340 kpl			5013 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

raennuksia	117	m2
osauskoko jakotä	1	
Elvaurideu	0.3174	6.5 %
Elmakya vaurioita	0.1957	310403
pakkauk	0.2229	
laajialala	0.2538	
Elkorjaustarveta	0.3174	152740
Elsojumaand	0.0943	453813
suojaava pinnotus	0.1014	487982
pakkauk ja pinnotus	0.2329	1120818
peittavakorjuus	0.2538	1221398

tarkitussumma

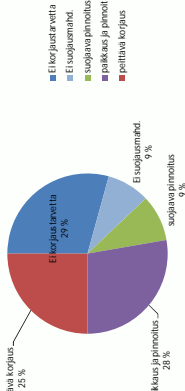
0.9998

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

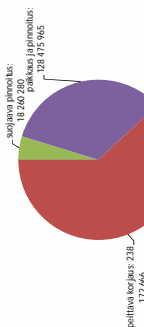
Elkorjaustarveta	m2	€
Elkorjaustarveta	142948	0
Elsojumaand	142948	0
suojaava pinnotus	445607	18 260 280
pakkauk ja pinnotus	1352379	128 475 965
peittavakorjuus	1221398	238 172 666
JULKISIVUT YHT	3 030 284 m2	384 908 910 €

78.8 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

lkmälä	3664
osauskoko jakotä	1

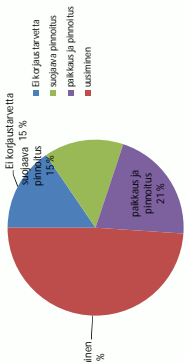
Elvaurideu	0.1486
Elmakya vaurioita	0.1409
pakkauk ja pinnotus	0.17
laajialala	0.448
Elkorjaustarveta	0.1486
suojaava pinnotus	0.1409
pakkauk ja pinnotus	0.17
uusiin	0.448
tarkitussumma	0.9075

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

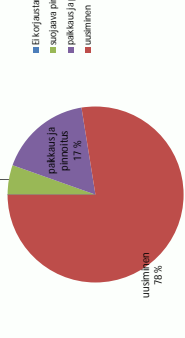
Elkorjaustarveta	kpl	€
Elkorjaustarveta	18872	0
suojaava pinnotus	17894	37 572 815
pakkauk ja pinnotus	25602	117 967 570
uusiin	59750	537 607 423
PARVEKKEET YHT	122116 kpl	693 147 808 €

5676 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

raennuksia	117	m2
osauskoko jakotä	1	
Elvaurideu	0.3174	6.7 %
Elmakya vaurioita	0.1912	321471
pakkauk	0.203	
laajialala	0.2881	
Elkorjaustarveta	0.3174	152740
Elsojumaand	0.0943	453813
suojaava pinnotus	0.0969	466326
pakkauk ja pinnotus	0.203	976926
peittavakorjuus	0.2881	1386465

tarkitussumma

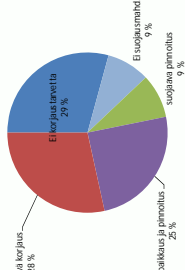
0.9997

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

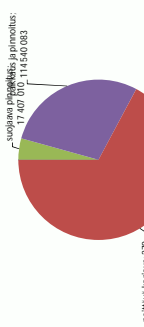
Elkorjaustarveta	m2	€
Elkorjaustarveta	142545	0
Elsojumaand	142545	0
suojaava pinnotus	438775	17 407 010
pakkauk ja pinnotus	1205685	114 540 083
peittavakorjuus	1386465	270 360 698
JULKISIVUT YHT	3 027 325 m2	402 307 791 €

82.5 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

lkmälä	3664
osauskoko jakotä	1

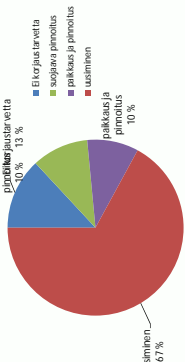
Elvaurideu	0.127
Elmakya vaurioita	0.1015
pakkauk ja pinnotus	0.127
laajialala	0.6208
Elkorjaustarveta	0.127
suojaava pinnotus	0.1015
pakkauk ja pinnotus	0.0726
uusiin	0.6208
tarkitussumma	0.9219

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

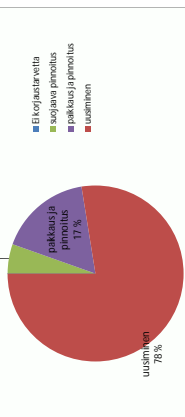
Elkorjaustarveta	kpl	€
Elkorjaustarveta	16107	0
suojaava pinnotus	12873	27 067 327
pakkauk ja pinnotus	11652	51 499 889
uusiin	82796	745 162 475
PARVEKKEET YHT	123428 kpl	823 729 691 €

6674 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

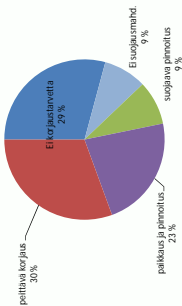
raennuksia osuuksien lukumäärä	117	m2
Elvaurioituneet	0.3174	331.096
Elvaurioituneet	0.1912	
Elvaurioituneet	0.1819	
Elvaurioituneet	0.3095	
Elvaurioituneet	0.3174	152.740
Elvaurioituneet	0.0943	45.3813
Elvaurioituneet	0.0969	46.6326
Elvaurioituneet	0.1819	87.5384
Elvaurioituneet	0.3095	148.9451
Elvaurioituneet	0.3174	152.740
Elvaurioituneet	0.0943	45.3813
Elvaurioituneet	0.0969	46.6326
Elvaurioituneet	0.1819	87.5384
Elvaurioituneet	0.3095	148.9451

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

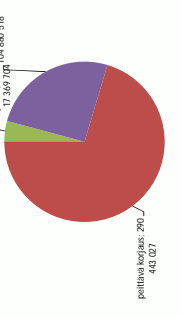
Elvaurioituneet	142280	€
Elvaurioituneet	17369704	
Elvaurioituneet	104880518	
Elvaurioituneet	290443027	
Elvaurioituneet	412693249	€
Elvaurioituneet	3027699	m2
Elvaurioituneet	84.7	€/m2

JULKISIVUT YHT

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

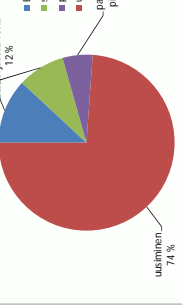
Elvaurioituneet	0.1165	
Elvaurioituneet	0.0853	
Elvaurioituneet	0.0875	
Elvaurioituneet	0.1165	
Elvaurioituneet	0.0853	
Elvaurioituneet	0.0394	
Elvaurioituneet	0.0875	
Elvaurioituneet	0.0327	

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

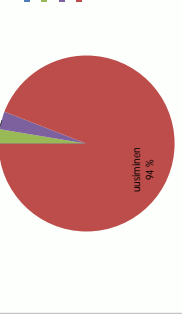
Elvaurioituneet	14756	€
Elvaurioituneet	27793437	
Elvaurioituneet	28852514	
Elvaurioituneet	825442270	
Elvaurioituneet	877088221	€
Elvaurioituneet	124125	kpl
Elvaurioituneet	7066	€/parveke

PARVEKKEET YHT

Julkisivut toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

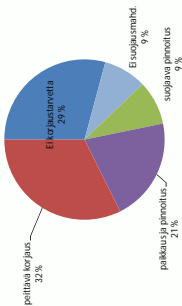
raennuksia osuuksien lukumäärä	117	m2
Elvaurioituneet	0.3174	335.909
Elvaurioituneet	0.1912	
Elvaurioituneet	0.1841	
Elvaurioituneet	0.3273	
Elvaurioituneet	0.3174	152.740
Elvaurioituneet	0.0943	45.3813
Elvaurioituneet	0.0969	46.6326
Elvaurioituneet	0.1841	78.9722
Elvaurioituneet	0.3273	157.5113
Elvaurioituneet	0.3174	152.740
Elvaurioituneet	0.0943	45.3813
Elvaurioituneet	0.0969	46.6326
Elvaurioituneet	0.1841	78.9722
Elvaurioituneet	0.3273	157.5113

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

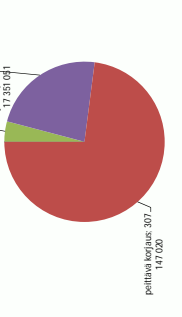
Elvaurioituneet	142052	€
Elvaurioituneet	17351051	
Elvaurioituneet	1015688	
Elvaurioituneet	307147020	
Elvaurioituneet	420988409	€
Elvaurioituneet	3024577	m2
Elvaurioituneet	86.5	€/m2

JULKISIVUT YHT

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

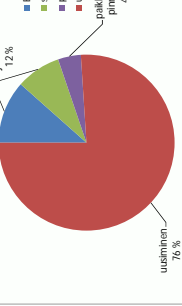
Elvaurioituneet	0.1134	
Elvaurioituneet	0.0806	
Elvaurioituneet	0.0891	
Elvaurioituneet	0.1134	
Elvaurioituneet	0.0806	
Elvaurioituneet	0.028	
Elvaurioituneet	0.0991	
Elvaurioituneet	0.9313	

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

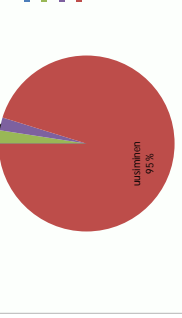
Elvaurioituneet	14374	€
Elvaurioituneet	21476828	
Elvaurioituneet	21057394	
Elvaurioituneet	851224436	
Elvaurioituneet	893758658	€
Elvaurioituneet	124397	kpl
Elvaurioituneet	7185	€/parveke

PARVEKKEET YHT

Parvekkeet toimenpiteet

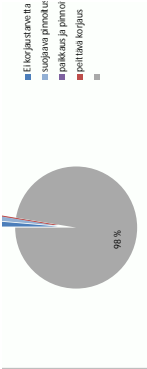


Parvekkeet, kustannukset









Vaurioluuminen	Ei vaurioitu	0.0131
	Enäkyvä vaurioita	0.0123
	pakkaila	0.0008
	laaja alaila	0
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0131
	suojava pinnotus	0.0123
	pakkas ja pinnot	0.0008
	peittävä korjuus	0
	muuten pinta tyypin osuus	0.9738

## PARVEKKEET

1965-1969

Vaurioluuminen	parvekkeitä	880
	osuus koko pukesta	0.1950
	muuten parvekkeiden osuus	0.8950
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0121
	suojava pinnotus	0.1145
	pakkas ja pinnotus	0.0021
	muuten parvekkeiden osuus	0.8664
	muuten pinta tyypin osuus	

1970-1979

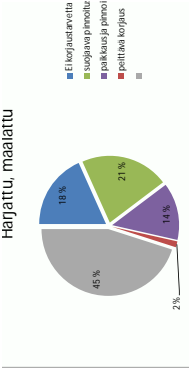
Vaurioluuminen	parvekkeitä	2093
	osuus koko pukesta	0.4639
	muuten parvekkeiden osuus	0.5361
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0237
	suojava pinnotus	0.2487
	pakkas ja pinnotus	0.101
	muuten parvekkeiden osuus	0.5866
	muuten pinta tyypin osuus	

1980-1989

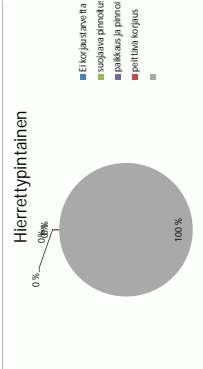
Vaurioluuminen	parvekkeitä	1417
	osuus koko pukesta	0.342
	muuten parvekkeiden osuus	0.7458
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0416
	suojava pinnotus	0.121
	pakkas ja pinnotus	0.0006
	muuten parvekkeiden osuus	0.0273
	muuten pinta tyypin osuus	0.7795

1990-1994

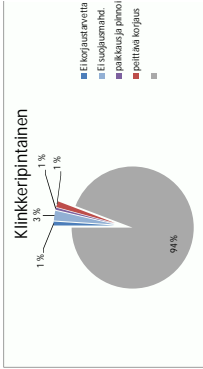
Vaurioluuminen	parvekkeitä	392
	osuus koko pukesta	0.0869
	muuten parvekkeiden osuus	0.9131
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0454
	suojava pinnotus	0.017
	pakkas ja pinnotus	0.002
	muuten parvekkeiden osuus	0.0006
	muuten pinta tyypin osuus	0.9348



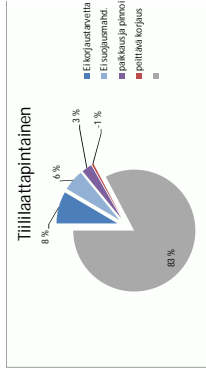
Vaurioluuminen	Enäkyvä vaurioita	0.1829
	pakkaila	0.2142
	laaja alaila	0.1382
		0.0144
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.1829
	suojava pinnotus	0.2142
	pakkas ja pinnotus	0.1382
	peittävä korjuus	0.0144
	muuten pinta tyypin osuus	0.4503



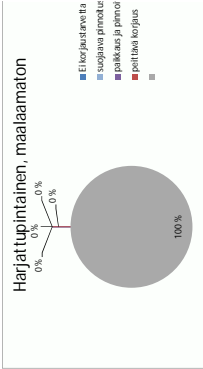
Vaurioluuminen	Ei vaurioitu	0
	Enäkyvä vaurioita	0
	pakkaila	0
	laaja alaila	0
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0
	suojava pinnotus	0
	pakkas ja pinnotus	0
	peittävä korjuus	0
	muuten pinta tyypin osuus	1



Vaurioluuminen	Enäkyvä vaurioita	0.0102
	pakkaila	0.0261
	laaja alaila	0.0059
		0.0155
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0102
	suojava pinnotus	0.0261
	pakkas ja pinnotus	0.0059
	peittävä korjuus	0.0155
	muuten pinta tyypin osuus	0.9423



Vaurioluuminen	Enäkyvä vaurioita	0.0847
	pakkaila	0.0558
	laaja alaila	0.0273
		0.005
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0847
	suojava pinnotus	0.0558
	pakkas ja pinnotus	0.0273
	peittävä korjuus	0.005
	muuten pinta tyypin osuus	0.8272



Vaurioluuminen	Enäkyvä vaurioita	0
	pakkaila	0
	laaja alaila	0
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0
	suojava pinnotus	0
	pakkas ja pinnotus	0
	peittävä korjuus	0
	muuten pinta tyypin osuus	1



Vaurioluuminen	Enäkyvä vaurioita	5
	pakkaila	0.0262
	laaja alaila	0.9738
Korjattavuus	Ei korjattavaa	0.0262
	suojava pinnotus	0.9738
	pakkas ja pinnotus	
	peittävä korjuus	
	muuten pinta tyypin osuus	

Julkisivut

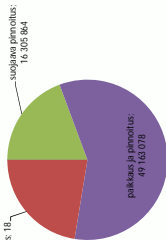
raennuksia osauskoko jakotta	191	m2
Elvaurideu	0.3252	kar: Teräsmäira
Elmäkyä vaurioita	0.3881	4,7%
paikattais	0.2442	87415
laaja alaila	0.0523	
Elkorjaustarvetta	0.3252	40354
El suojumand.	0.1578	29268
suojaava pinnolus	0.2305	42779
paikkaus ja pinnolus	0.2342	43463
peittavakorjus	0.0523	9706
tarkitussumma	1	

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	m2	€
El suojumand.	57527	0
suojaava pinnolus	40767	16 305 864
paikkaus ja pinnolus	57506	49 163 078
peittavakorjus	9706	18 927 875
JULKISIVUT YHT	1 022 219 m2	84 396 817 €



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

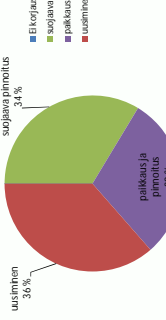
lkumäira	4512
osauskoko jakotta	1
Elvaurideu	0.1228
Elmäkyä vaurioita	0.5072
paikattais	0.1208
laaja alaila	0.1208
Elkorjaustarvetta	0.1228
suojaava pinnolus	0.5072
paikkaus ja pinnolus	0.1659
usiminen	0.1208
tarkitussumma	0.9107

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	kpl	€
El suojumand.	4155	0
suojaava pinnolus	16957	35 736 282
paikkaus ja pinnolus	7345	31 840 130
usiminen	4306	38 748 804
PARVEKKEET YHT	32762 kpl	106 325 216 €



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

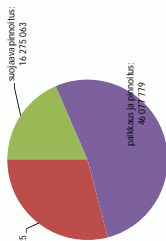
raennuksia osauskoko jakotta	191	m2
Elvaurideu	0.3252	kar: Teräsmäira
Elmäkyä vaurioita	0.3881	4,9%
paikattais	0.2159	90756
laaja alaila	0.0706	
Elkorjaustarvetta	0.3252	40354
El suojumand.	0.1576	29297
suojaava pinnolus	0.2305	42779
paikkaus ja pinnolus	0.2159	40069
peittavakorjus	0.0706	13100
tarkitussumma	0.9998	

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	m2	€
El suojumand.	57400	0
suojaava pinnolus	40877	16 275 063
paikkaus ja pinnolus	48509	46 077 779
peittavakorjus	13100	25 550 822
JULKISIVUT YHT	1 022 936 m2	87 903 664 €



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

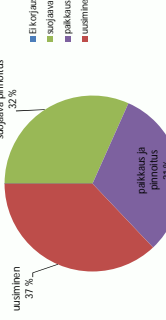
lkumäira	4512
osauskoko jakotta	1
Elvaurideu	0.1225
Elmäkyä vaurioita	0.4846
paikattais	0.1208
laaja alaila	0.126
Elkorjaustarvetta	0.1225
suojaava pinnolus	0.4846
paikkaus ja pinnolus	0.1779
usiminen	0.126
tarkitussumma	0.911

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	kpl	€
El suojumand.	4130	0
suojaava pinnolus	16338	34 553 244
paikkaus ja pinnolus	7857	34 081 303
usiminen	4491	40 118 391
PARVEKKEET YHT	32816 kpl	109 052 938 €



Parvekkeet, kustannukset



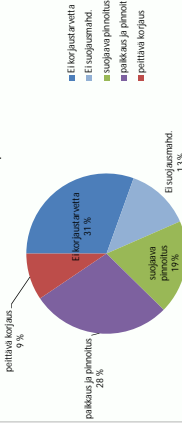
Julkisivut

raennuksia	191				
osuus koko julkosta	1			m2	94282
Elvaurioidu		0.3252		kar: teräsmäärä	5,1%
Elmäkyä vaurioita		0.395			
pakkaus		0.294			
laaja alialla		0.0958			
Elkorjaustarvetta		0.3252	60354		
El suojumand.		0.1379	25595		
suojaava pinnotus		0.2016	374159		
paikkaus ja pinnotus		0.2394	444314		
peittäväkorjaus		0.0958	177800		
tarkissusumma	0.9999				

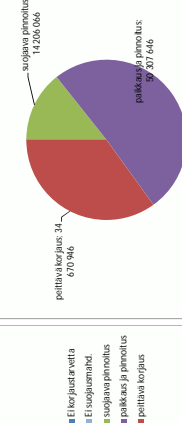
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	m2	572893	€	0
El suojumand.		25595		14 206 066
suojaava pinnotus		385152		50 307 646
paikkaus ja pinnotus		526554		34 670 946
peittäväkorjaus		177800		99 184 657 €
JULKISIVUT YHT	1 062 506 m2			52,8 €/m2

Julkisivut, toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



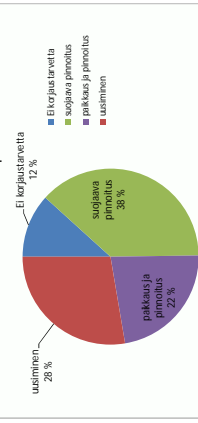
Parvekkeet

lkmäärä	4512				
osuus koko julkosta	1				
Elvaurioidu		0.115			
Elmäkyä vaurioita		0.2742			
pakkaus		0.1722			
laaja alialla		0.2565			
Elkorjaustarvetta		0.115			
suojaava pinnotus		0.3742			
paikkaus ja pinnotus		0.1722			
uusiminen		0.2565			
tarkissusumma	0.9179				

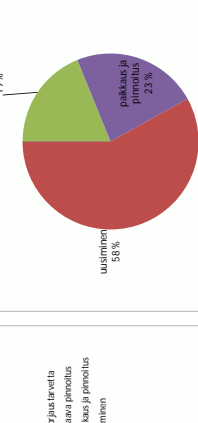
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	kpl	3869	€	0
El suojumand.		12591		26 671 981
suojaava pinnotus		7459		32 736 549
paikkaus ja pinnotus		9143		82 325 001
uusiminen		33062		141 733 531 €
PARVEKKEET YHT	33062 kpl			4287 €/parveke

Parvekkeet, toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



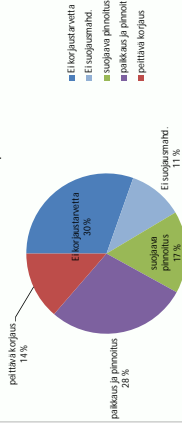
Julkisivut

raennuksia	191				
osuus koko julkosta	1			m2	97808
Elvaurioidu		0.3252		kar: teräsmäärä	5,3%
Elmäkyä vaurioita		0.2947			
pakkaus		0.2416			
laaja alialla		0.1382			
Elkorjaustarvetta		0.3252	60354		
El suojumand.		0.1175	218074		
suojaava pinnotus		0.1772	328874		
paikkaus ja pinnotus		0.2416	448397		
peittäväkorjaus		0.1382	256492		
tarkissusumma	0.9997				

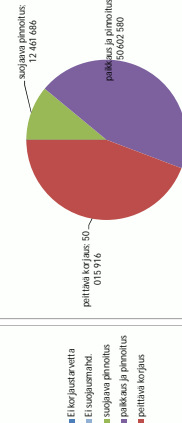
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	m2	571747	€	0
El suojumand.		218074		12 461 686
suojaava pinnotus		311542		50 602 580
paikkaus ja pinnotus		532659		50 015 916
peittäväkorjaus		256492		113 080 182 €
JULKISIVUT YHT	1 100 693 m2			60,2 €/m2

Julkisivut, toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



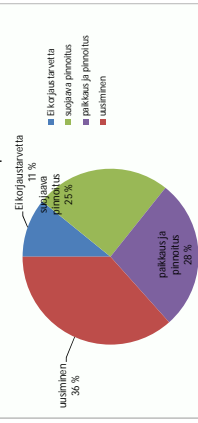
Parvekkeet

lkmäärä	4512				
osuus koko julkosta	1				
Elvaurioidu		0.1075			
Elmäkyä vaurioita		0.2474			
pakkaus		0.257			
laaja alialla		0.3426			
Elkorjaustarvetta		0.1075			
suojaava pinnotus		0.2474			
paikkaus ja pinnotus		0.257			
uusiminen		0.3426			
tarkissusumma	0.9232				

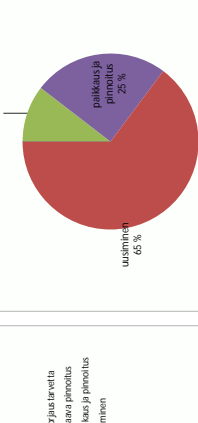
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjaustarvetta	kpl	3608	€	0
El suojumand.		8005		17 688 900
suojaava pinnotus		9251		42 119 159
paikkaus ja pinnotus		12212		109 910 016
uusiminen		33376		169 668 075 €
PARVEKKEET YHT	33376 kpl			5084 €/parveke

Parvekkeet, toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

raennuksia osuuksien jakot	191	m2
Elvaurioidu	0.3252	5,4 %
Elvaurioidu	0.2899	100,964
Elvaurioidu	0.265	
Elvaurioidu	0.1505	
Elvaurioidu	0.3252	60,354
Elvaurioidu	0.1026	19,040
Elvaurioidu	0.1563	29,085
Elvaurioidu	0.265	49,1826
Elvaurioidu	0.1505	27,920

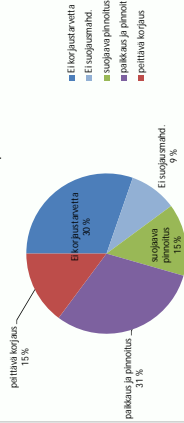
0,9999

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

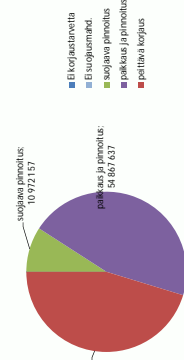
Elvaurioidu	57021	€
Elvaurioidu	0	
Elvaurioidu	10 972 157	
Elvaurioidu	24 804	
Elvaurioidu	54 867 637	
Elvaurioidu	57 7554	
Elvaurioidu	27 920	
Elvaurioidu	54 467 405	
Elvaurioidu	120 307 199 €	
Elvaurioidu	1 131 178 m2	
Elvaurioidu	63,9 €/m2	

JULKISIVUT YHT

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut kustannukset



Parvekkeet

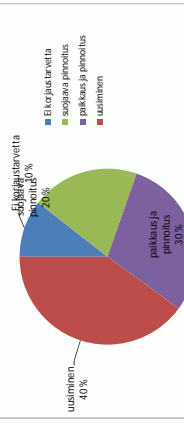
Elvaurioidu	0.1052	
Elvaurioidu	0.1981	
Elvaurioidu	0.1981	
Elvaurioidu	0.3757	
Elvaurioidu	0.1052	
Elvaurioidu	0.1981	
Elvaurioidu	0.2462	
Elvaurioidu	0.3757	
Elvaurioidu	0.9252	

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

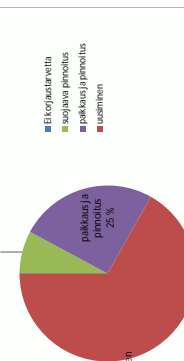
Elvaurioidu	3525	€
Elvaurioidu	14 123 784	
Elvaurioidu	45 709 614	
Elvaurioidu	9948	
Elvaurioidu	120 533 236	
Elvaurioidu	13392	
Elvaurioidu	180 366 634 €	
Elvaurioidu	5383 €/parveke	

PARVEKKEET YHT

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet kustannukset



Julkisivut

raennuksia osuuksien jakot	191	m2
Elvaurioidu	0.3252	5,5 %
Elvaurioidu	0.2498	102,077
Elvaurioidu	0.2674	
Elvaurioidu	0.1575	
Elvaurioidu	0.3252	60,354
Elvaurioidu	0.1008	18,709
Elvaurioidu	0.149	27,6536
Elvaurioidu	0.2674	49,6280
Elvaurioidu	0.1575	29,232

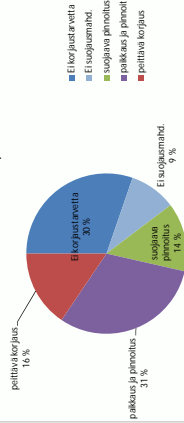
0,9999

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

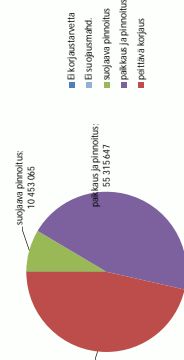
Elvaurioidu	570358	€
Elvaurioidu	0	
Elvaurioidu	10 453 065	
Elvaurioidu	24 3270	
Elvaurioidu	55 315 647	
Elvaurioidu	58 270	
Elvaurioidu	29 232	
Elvaurioidu	57 000 772	
Elvaurioidu	1 135 908 m2	
Elvaurioidu	122 769 484 €	
Elvaurioidu	65,2 €/m2	

JULKISIVUT YHT

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut kustannukset



Parvekkeet

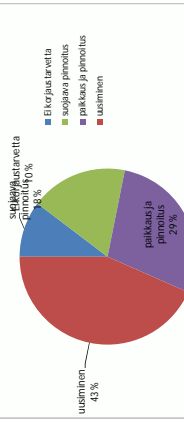
Elvaurioidu	0.1033	
Elvaurioidu	0.1789	
Elvaurioidu	0.1789	
Elvaurioidu	0.4083	
Elvaurioidu	0.1033	
Elvaurioidu	0.1789	
Elvaurioidu	0.2265	
Elvaurioidu	0.4083	
Elvaurioidu	0.927	

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

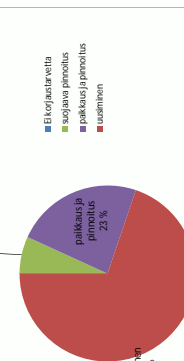
Elvaurioidu	3457	€
Elvaurioidu	12 754 681	
Elvaurioidu	43 910 281	
Elvaurioidu	9561	
Elvaurioidu	131 007 846	
Elvaurioidu	14554	
Elvaurioidu	187 672 808 €	
Elvaurioidu	5592 €/parveke	

PARVEKKEET YHT

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet kustannukset



Julkisivut

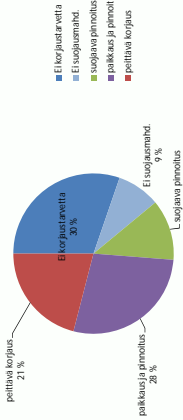
raennuksia	191	m2
osuus koko julkosta	1	5,6 %
Elvauriudu	0.3252	
Enakyyva vauriita	0.2247	104119
paikatus	0.2373	
laaja aliala	0.2126	
Elkorjastarvetta	0.3252	60354
El suojumand.	0.0934	17345
suojaava pinnotus	0.1313	24366
paikkaus ja pinnotus	0.2373	44016
peittavakorjus	0.2126	39454

tarkitussumma

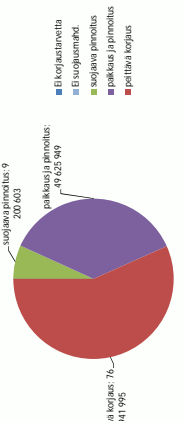
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjastarvetta	56695	€
El suojumand.	0	
suojaava pinnotus	9200403	
paikkaus ja pinnotus	230015	49 625 949
peittavakorjus	522378	76 941 995
JULKISVUT YHT	394574	
1 146 948 m2	135 768 546 €	72.2 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

lukumäärä  
osuus koko julkosta

4512  
1

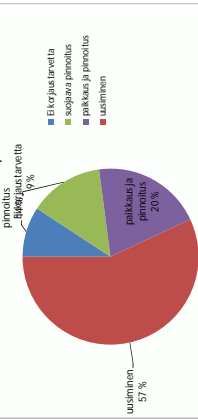
Elvauriudu	0.0929
Enakyyva vauriita	0.1382
paikkaus ja pinnotus	0.1658
laaja aliala	0.5389
Elkorjastarvetta	0.0929
suojaava pinnotus	0.1382
paikkaus ja pinnotus	0.1658
uusiminen	0.5389
tarkitussumma	0.9358

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

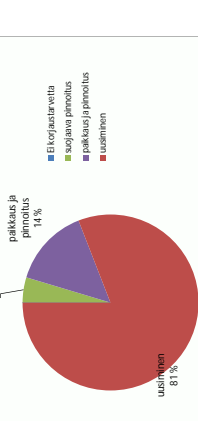
Elkorjastarvetta	3104	€
El suojumand.	4618	
suojaava pinnotus	9844488	
paikkaus ja pinnotus	30930818	
uusiminen	172889179	
PARVEKKEET YHT	33726 kpl	213 664 485 €

6335 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

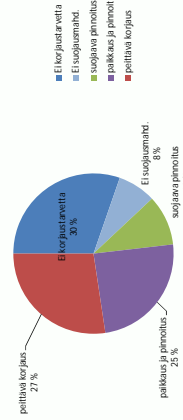
raennuksia	191	m2
osuus koko julkosta	1	5,7 %
Elvauriudu	0.3252	
Enakyyva vauriita	0.1916	105789
paikkaus	0.2062	
laaja aliala	0.2167	
Elkorjastarvetta	0.3252	60354
El suojumand.	0.0825	153116
suojaava pinnotus	0.1091	202484
paikkaus ja pinnotus	0.2062	382696
peittavakorjus	0.2167	513541

tarkitussumma

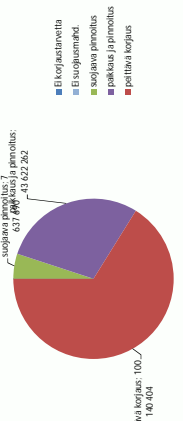
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elkorjastarvetta	566151	€
El suojumand.	0	
suojaava pinnotus	7437690	
paikkaus ja pinnotus	1309432	43 622 262
peittavakorjus	459182	100 100 404
JULKISVUT YHT	513541	
1 163 664 m2	151 400 356 €	80.7 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

lukumäärä  
osuus koko julkosta

4512  
1

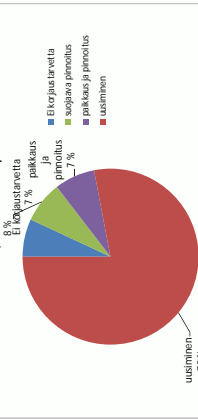
Elvauriudu	0.0708
Enakyyva vauriita	0.0778
paikkaus ja pinnotus	0.0778
laaja aliala	0.7456
Elkorjastarvetta	0.0708
suojaava pinnotus	0.0778
paikkaus ja pinnotus	0.0579
uusiminen	0.7456
tarkitussumma	0.9521

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

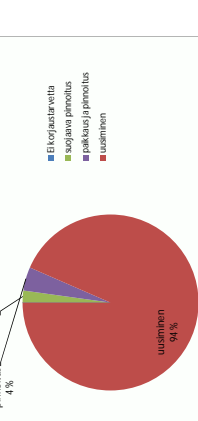
Elkorjastarvetta	2362	€
El suojumand.	2595	
suojaava pinnotus	5544513	
paikkaus ja pinnotus	11077149	
uusiminen	239183532	
PARVEKKEET YHT	34070 kpl	255 805 194 €

7508 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



kerroin	31.7	1965-1969	1970-1974	1975-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004
<div> <div></div> <div> <div>Pesubetoni</div> <div>Muuttipintainen, maaliattu</div> <div>Muuttipintainen, maalaton</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	0	2	11	9	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	3	4	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	1	7	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elementtiparavekkeet	126	192	227	224	26	138	0	0	0

keskimääräinen julkisivun  
 pinta-ala rakennusosassa  
 keskim. Elementin leveys  
 keskim. Elementin korkeus

☐ tiedot osastoista

korroosopakkauksyytyys:
 

10-14

Raud. korrosio. 1990-1994, Paravekkeet lailla

Pakkausgallumien	
JULKISIVUT	
Pesubetoni	2010

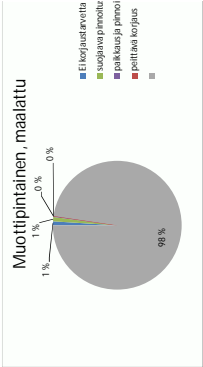
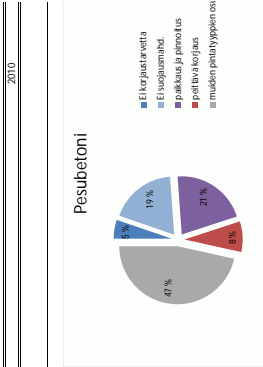
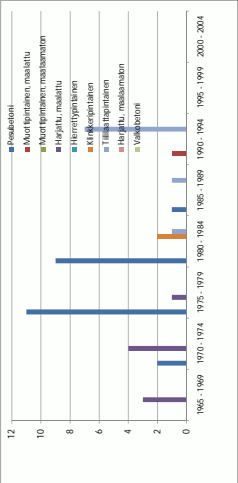
<div> <div></div> <div> <div>Pesubetoni</div> <div>Muuttipintainen, maaliattu</div> <div>Muuttipintainen, maalaton</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>23</div> <div>0.5349</div> <div>0.4651</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.4651</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0627</div> <div>0.1857</div> <div>0.2116</div> <div>0.0848</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Ei suojaamand.</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0627</div> <div>0.1857</div> <div>0.2116</div> <div>0.0848</div> <div>0.4652</div> </div> </div>

<div> <div></div> <div> <div>Muuttipintainen, maaliattu</div> <div>Muuttipintainen, maalaton</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>1</div> <div>0.0031</div> <div>0.9767</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0031</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0095</div> <div>0.0108</div> <div>0.0031</div> <div>0</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0095</div> <div>0.0108</div> <div>0.0031</div> <div>0</div> <div>0.9767</div> </div> </div>

<div> <div></div> <div> <div>Muuttipintainen, maalaamaton</div> <div>Muuttipintainen, maalaamaton</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> <div>1.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> </div> </div>

<div> <div></div> <div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>1</div> <div>0.0000</div> <div>0.0000</div> </div> </div>
--	--

0	2	11	9	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	7	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>8</div> <div>0.1864</div> <div>0.8140</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0602</div> <div>0.0604</div> <div>0.0529</div> <div>0.0726</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0602</div> <div>0.0604</div> <div>0.0529</div> <div>0.0726</div> <div>0.8139</div> </div> </div>

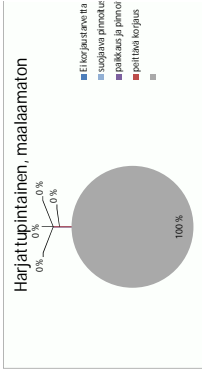
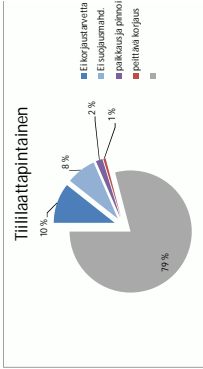
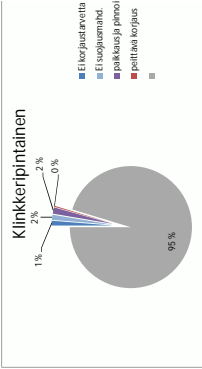
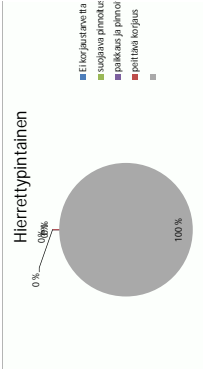
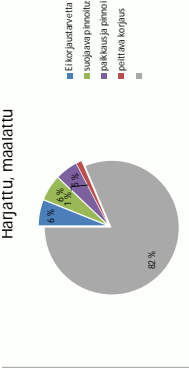
<div> <div></div> <div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> <div>1.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> </div> </div>

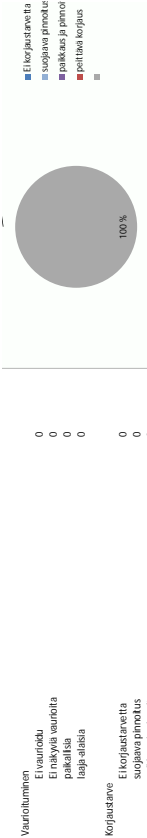
<div> <div></div> <div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>2</div> <div>0.0465</div> <div>0.9535</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0465</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0123</div> <div>0.0142</div> <div>0.0171</div> <div>0.0028</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.0123</div> <div>0.0142</div> <div>0.0171</div> <div>0.0028</div> <div>0.9536</div> </div> </div>

<div> <div></div> <div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>9</div> <div>0.2093</div> <div>0.7907</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.2093</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.1061</div> <div>0.0787</div> <div>0.0182</div> <div>0.0062</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0.1061</div> <div>0.0787</div> <div>0.0182</div> <div>0.0062</div> <div>0.7908</div> </div> </div>

<div> <div></div> <div> <div>Harjattu, maalaamaton</div> <div>Harjattu, maalaamaton</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> <div>1.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Vaurioluminen</div> <div>Eivauriddu</div> <div>Enäkyviä vaurioita</div> <div>paikallisa</div> <div>laaja-alaisia</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>Korjauksane</div> <div>Ei korjautaneita</div> <div>Suojaava pinnoitus</div> <div>paikkaus ja pinnoitus</div> <div>peittävä korjaus</div> <div>muuten pintatyyppien osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> </div> </div>

<div> <div></div> <div> <div>Valkobetoni</div> <div>Valkobetoni</div> <div>Harjattu, maaliattu</div> <div>Harjattu, maaliaton</div> <div>Hierrettytynpintainen</div> <div>Klinkkeripintainen</div> <div>Tiili- ja laattapintainen</div> <div>Harjattu, maalaton</div> <div>Valkobetoni</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> <div>1.0000</div> </div> </div>
<div> <div></div> <div> <div>rakennuksia</div> <div>osasto koko pakosta</div> <div>muuten pintat. osuus</div> </div> </div>	<div> <div></div> <div> <div>0</div> <div>0.0000</div> </div> </div>





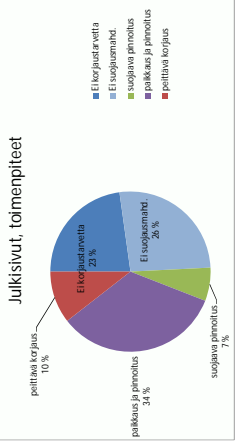
Julkisivut

raennuksia	43				
osus koko julkosta	1				
Eivauritettu	0.2408				m2
Eläykäy vaurioita	0.3498				71884
pakkas ja pinnitus	0.3028				
laaja aliala	0.1064				
korjattavalla	0.2408				
Ei korjattavalla	420140				
Ei suojattavalla	0.2786				486092
suojaava pinnitus	0.0712				124227
pakkas ja pinnitus	0.3028				528316
polttava korjus	0.1064				185643
tarkitussumma	0.9998				

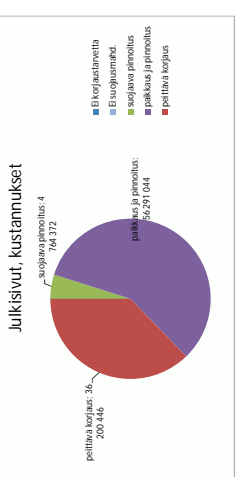
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Ei korjattavalla	m2	€
Ei korjattavalla	402830	0
Ei suojattavalla	486092	0
suojaava pinnitus	119109	4764372
pakkas ja pinnitus	592537	56291044
polttava korjus	185643	36200446
JULKISIVUT YHT	897290 m2	97255863 €
		55.1 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut kustannukset



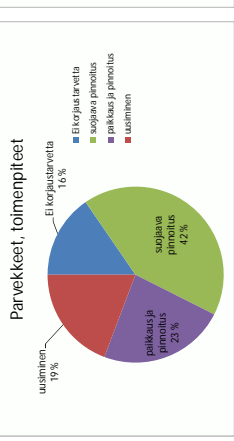
Parvekkeet

luomalla	954	
osus koko julkosta	1	
Eivauritettu	0.1475	
Eläykäy vaurioita	0.403	
pakkas ja pinnitus	0.1777	
laaja aliala	0.1756	
korjattavalla	0.1475	
Ei korjattavalla	0.403	
suojaava pinnitus	0.1777	
pakkas ja pinnitus	0.1756	
uusiminen	0.9038	
tarkitussumma		

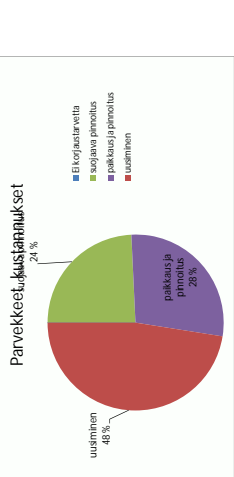
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Ei korjattavalla	kpl	€
Ei korjattavalla	4248	0
suojaava pinnitus	11605	24382288
pakkas ja pinnitus	6426	28513836
uusiminen	5310	47807223
PARVEKKEET YHT	27589 kpl	100703347 €
		3650 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet kustannukset



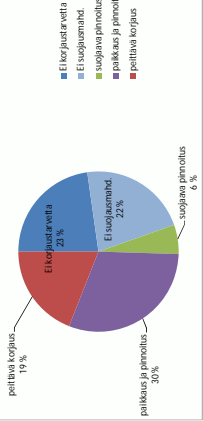
Julkisivut

raennuksia osuus koko julkosta	43 1	m2	
Elvauriudu	0.2408		kar: teräsmäilä
Enäkyvä vauriita	0.2937		4.4 %
paikatus	0.2731		77.293
laaja alaila	0.1923		
Elkorjatusarvella	0.2408	420140	
El suojumand.	0.2313	40.3565	
suojaiva pinnotus	0.0624	108874	
paikkau ja pinnotus	0.2731	476496	
peittavakorjuus	0.1923	335519	
tarkitussumma	0.9999		

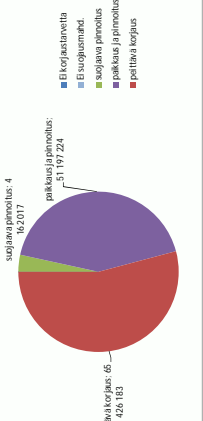
Toimenpiteet (paikkasr. + korroosio)

Elkorjatusarvella	401528	€	0
El suojumand.	100650		4162.037
paikkau ja pinnotus	51.197.224		51.197.224
peittavakorjuus	335519		65.126.183
JULKISIVUT YHT	978.487 m2	120.785.424 €	68.4 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut kustannukset



Parvekkeet

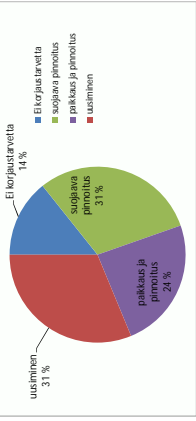
lkumäläilä	954
osuus koko julkosta	1

Elvauriudu	0.1383
Enäkyvä vauriita	0.2947
paikkau ja pinnotus	0.2875
laaja alaila	
Elkorjatusarvella	0.1383
suojaiva pinnotus	0.2947
paikkau ja pinnotus	0.1904
uusiminen	0.2875
tarkitussumma	0.9709

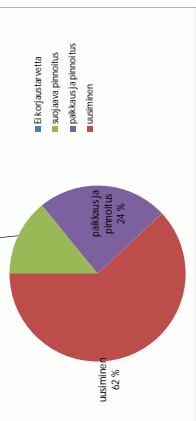
Toimenpiteet (paikkasr. + korroosio)

Elkorjatusarvella	3970	€	0
El suojumand.	8459		17.820.454
paikkau ja pinnotus	6717		30.279.877
uusiminen	8695		78.237.571
PARVEKKEET YHT	27840 kpl	126.337.902 €	45.38 €/jarvake

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet kustannukset



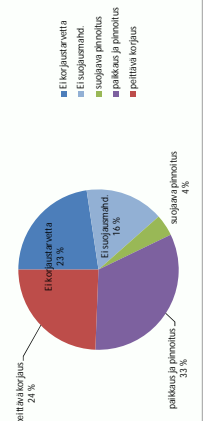
Julkisivut

raennuksia osuus koko julkosta	43 1	m2	
Elvauriudu	0.2408		kar: teräsmäilä
Enäkyvä vauriita	0.2715		4.7 %
paikkatus	0.2968		81.830
laaja alaila	0.2473		
Elkorjatusarvella	0.2408	420140	
El suojumand.	0.1684	29.3819	
suojaiva pinnotus	0.0466	81.306	
paikkau ja pinnotus	0.2968	51.7847	
peittavakorjuus	0.2473	431481	
tarkitussumma	0.9999		

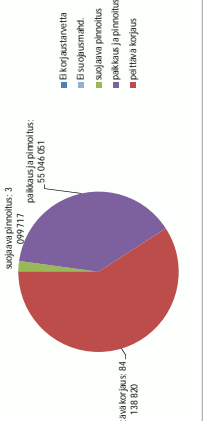
Toimenpiteet (paikkasr. + korroosio)

Elkorjatusarvella	400436	€	0
El suojumand.	100650		0
paikkau ja pinnotus	3.089.717		3.089.717
peittavakorjuus	579432		55.046.051
JULKISIVUT YHT	431481	84.138.820	
	1.088.406 m2	142.284.588 €	80.4 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut kustannukset



Parvekkeet

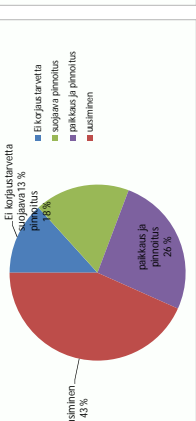
lkumäläilä	954
osuus koko julkosta	1

Elvauriudu	0.13
Enäkyvä vauriita	0.1711
paikkau ja pinnotus	0.2875
laaja alaila	0.4019
Elkorjatusarvella	0.13
suojaiva pinnotus	0.1711
paikkau ja pinnotus	0.2144
uusiminen	0.4019
tarkitussumma	0.9174

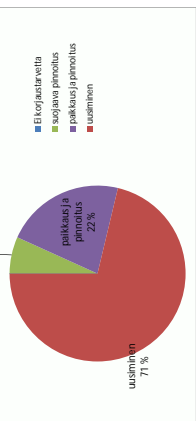
Toimenpiteet (paikkasr. + korroosio)

Elkorjatusarvella	3725	€	0
El suojumand.	4902		10.347.948
paikkau ja pinnotus	7304		33.727.819
uusiminen	12154		109.461.850
PARVEKKEET YHT	28085 kpl	153.437.617 €	54.63 €/jarvake

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet kustannukset

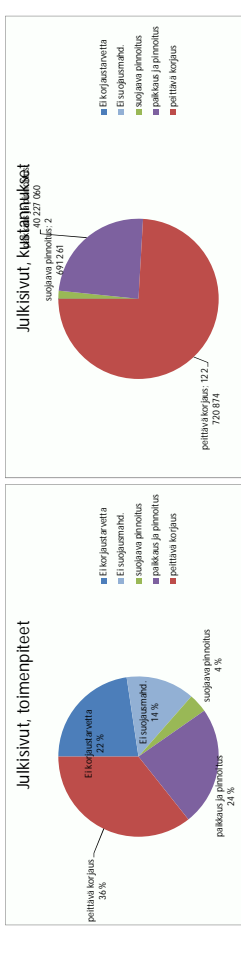




YHTEENVETO	2020
PAKKAUSALUTUMINEN	
KORROOSIO	

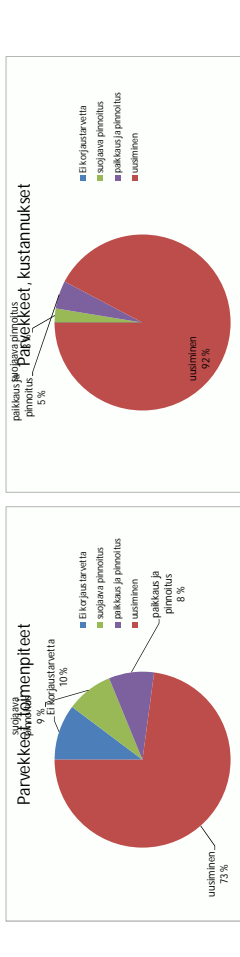
Julkisivut		rakenneksia osuu koko puitosta		43	1	0,2608 0,1173 0,2106 0,3607	kor. Totesmaäärä	5,0 %	m <sup>2</sup> 87587
		Ei vuorattu	Ei vuorattu			0,2608			
		Ei suojamand	Ei suojamand			0,1173			
		Ei pakkauk	Ei pakkauk			0,2106			
		Ei pakkauk ja pinnoitus	Ei pakkauk ja pinnoitus			0,3607			
		Ei pakkauk ja pinnoitus	Ei pakkauk ja pinnoitus			0,2608	420140		
		Ei suojamand	Ei suojamand			0,1173	257000		
		Ei pakkauk	Ei pakkauk			0,2106	367448		
		Ei pakkauk ja pinnoitus	Ei pakkauk ja pinnoitus			0,3607	629338		
		tarkitussumma		1					
				m <sup>2</sup>		€			
		Toimenpiteet (pakkauk. - korroosio)							
		Ei korjauksia	Ei korjauksia			399649	0		
		Ei korjauksia	Ei korjauksia			269338	0		
		suojapinnat	suojapinnat			67282	2691261		
		pakkauk ja pinnoitus	pakkauk ja pinnoitus			423443	40227060		
		pellitavak ja pinnoitus	pellitavak ja pinnoitus			629338	122720874		
		JULKISIVUT YHT		1	120062	m <sup>2</sup>	165639196	€	93,9 €/m <sup>2</sup>

Toimenpiteet (pakkar. - korroosio)	m <sup>2</sup>	€
Ei korjattavalla	39049	0
Ei suojattavalla	244103	0
Suojatun pinnon kulumus	6782	261 261
Pakkaus- ja pinnoitus	42843	40 227 060
Poltinäkäräpuut		12 720 874
	69538	
JULKISUUTUYHT	1 120 062 m <sup>2</sup>	165 639 196 €
		93,9 €/m <sup>2</sup>



Parvekkeet	954	
kumarsa		
osaustalon puolesta	1	
Ei vuorattu	0,1019	
Ei näkyviä vaurioita	0,0855	
palkallisia	0,0445	
laaja-alaisia	0,6867	
Ei korjattavilla	0,1019	
suojajärjestelmä	0,0855	
päästöt ja jännitys	0,0445	
uusiintuminen	0,6867	
tarkistussumma	0,9386	

Toimenpleit (pakkaus - korostio)	kpl	2908	€
Elaajanleivonta		0	
sulojain pinnetus	2440	5 174 615	
pakkauk ja pinnoitus	2379	10 416 321	
uudistimet	20767	188 974 210	
PARVEKKEET YHT	28495 kpl	202 505 146 €	
			71 07 €/parveke



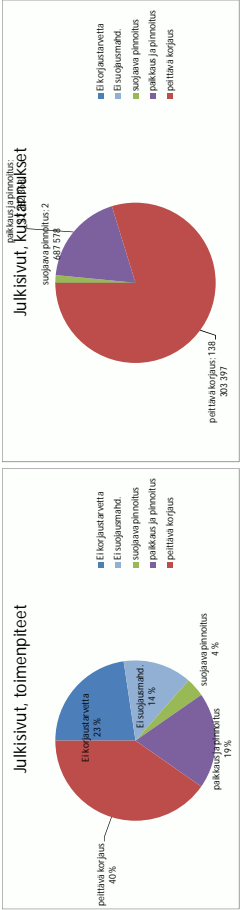
Julkisivut

raennuksia	43	m2
osuus koko julkotä	1	89856
Elvauriddu	0.2408	
Elmäkyä vaurioita	0.1879	
päkäitäs	0.1648	
laajä alalla	0.4065	
Elkorjastarvetta	0.2408	420140
El suojumänd.	0.1473	257004
suojava pinnotus	0.0406	70838
päkkäus ja pinnotus	0.1648	287338
peittävä korjus	0.4065	709248
tarkitussumma	1	

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	m2	€
El suojumänd.	396503	0
suojava pinnotus	24671578	0
päkkäus ja pinnotus	47189	24671578
peittävä korjus	340667	32382368
JULKISVUT YHT	117305 m2	173373344 €

Julkisivut toimenpiteet



Parvekkeet

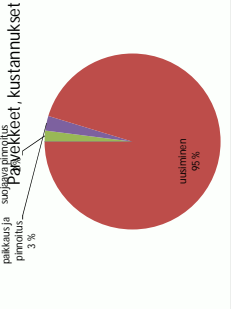
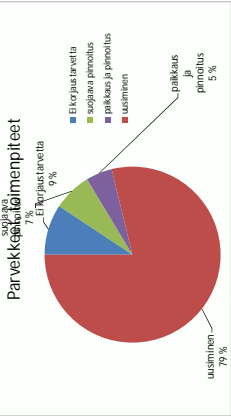
lukumäärä	954
osuus koko julkotä	1

Elvauriddu	0.0924
Elmäkyä vaurioita	0.0705
päkkäus ja pinnotus	0.1459
laajä alalla	0.0924
Elkorjastarvetta	0.0924
suojava pinnotus	0.0705
päkkäus ja pinnotus	0.0344
uusiminen	0.7459
tarkitussumma	0.9444

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	kpl	€
El suojumänd.	2668	0
suojava pinnotus	2010	4262776
päkkäus ja pinnotus	1385	5735805
uusiminen	2257	203017823
PARVEKKEET YHT	28620 kpl	213016404 €

7443 €/parveke



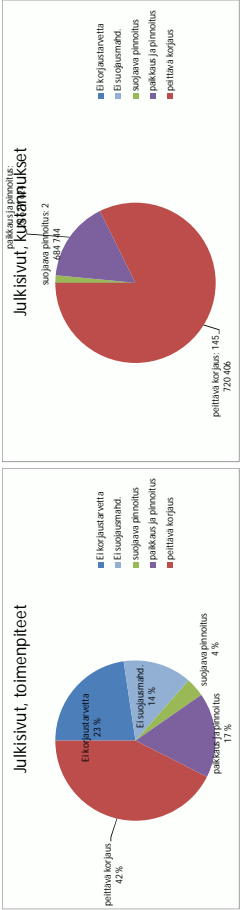
Julkisivut

raennuksia	43	m2
osuus koko julkotä	1	91600
Elvauriddu	0.2408	
Elmäkyä vaurioita	0.1879	
päkäitäs	0.1413	
laajä alalla	0.4283	
Elkorjastarvetta	0.2408	420140
El suojumänd.	0.1473	257004
suojava pinnotus	0.0406	70838
päkkäus ja pinnotus	0.1413	249502
peittävä korjus	0.4283	747284
tarkitussumma	1	

Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	m2	€
El suojumänd.	396853	0
suojava pinnotus	2468744	0
päkkäus ja pinnotus	47119	2468744
peittävä korjus	301870	28677624
JULKISVUT YHT	1116272 m2	177082775 €

Julkisivut toimenpiteet



Parvekkeet

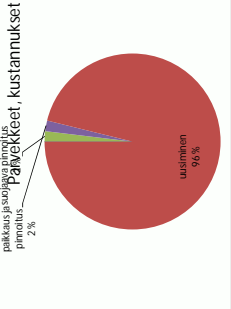
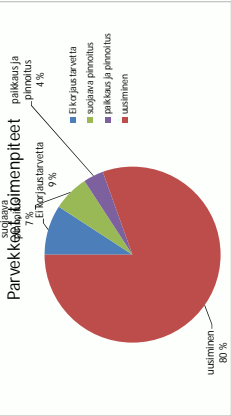
lukumäärä	954
osuus koko julkotä	1

Elvauriddu	0.0922
Elmäkyä vaurioita	0.0666
päkkäus ja pinnotus	0.1623
laajä alalla	0.0922
Elkorjastarvetta	0.0922
suojava pinnotus	0.0666
päkkäus ja pinnotus	0.0246
uusiminen	0.7623
tarkitussumma	0.9457

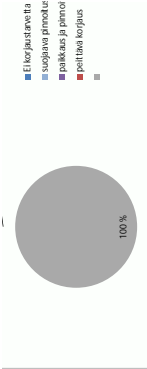
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)

Elkorjastarvetta	kpl	€
El suojumänd.	2625	0
suojava pinnotus	1896	4034156
päkkäus ja pinnotus	1069	4232493
uusiminen	22053	207493199
PARVEKKEET YHT	28643 kpl	215759848 €

7533 €/parveke







Vaurioluumen	Ei vaurioitu	0
	Enäkyviä vaurioita	0
	palkallisia	0
	laaja alaila	0
Korjauaave	Ei korjattavetta	0
	suojaava pinnotus	0
	palkkaus ja pinnot	0
	peittava korjous	1
muu pinta tyypin osuus		

PARVEKKEET

1965-1969

muu pinta tyypin osuus	parvekkeitä	0
	osuus koko palkasta	0,000
	muu pinta tyypin osuus	1,000
	muu pinta tyypin osuus	
Korjauaave	Ei korjattavetta	0
	suojaava pinnotus	0
	palkkaus ja pinnot	0
	peittava korjous	1
muu pinta tyypin osuus		

1970-1979

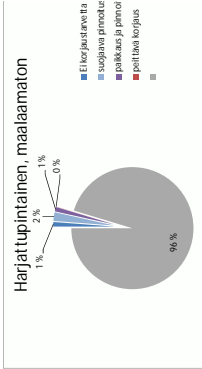
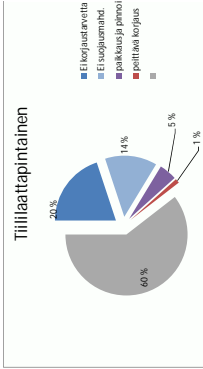
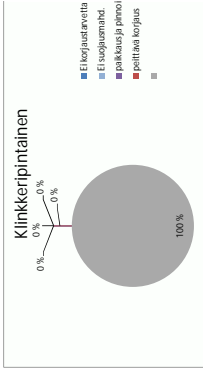
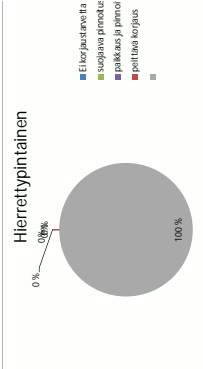
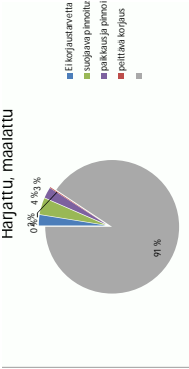
muu pinta tyypin osuus	parvekkeitä	435
	osuus koko palkasta	0,3819
	muu pinta tyypin osuus	0,6181
	muu pinta tyypin osuus	
Korjauaave	Ei korjattavetta	0,0191
	suojaava pinnotus	0,2047
	palkkaus ja pinnot	0,8829
	peittava korjous	0,057
muu pinta tyypin osuus		0,6363

1980-1989

muu pinta tyypin osuus	parvekkeitä	451
	osuus koko palkasta	0,401
	muu pinta tyypin osuus	0,5953
	muu pinta tyypin osuus	
Korjauaave	Ei korjattavetta	0,0654
	suojaava pinnotus	0,1931
	palkkaus ja pinnot	0,0492
	peittava korjous	0,0441
muu pinta tyypin osuus		0,6462

1990-1994

muu pinta tyypin osuus	parvekkeitä	243
	osuus koko palkasta	0,2133
	muu pinta tyypin osuus	0,7867
	muu pinta tyypin osuus	
Korjauaave	Ei korjattavetta	0,1114
	suojaava pinnotus	0,0411
	palkkaus ja pinnot	0,0054
	peittava korjous	0,0016
muu pinta tyypin osuus		0,8398



Vaurioluumen	rakennuksia	4
	osuus koko palkasta	0,000
	muu pinta tyypin osuus	0,9070
	muu pinta tyypin osuus	
Ei vaurioitu	Enäkyviä vaurioita	0,0053
	palkallisia	0,04
	peittava korjous	0,0259
	laaja alaila	0,0018
Korjauaave	Ei korjattavetta	0,0053
	suojaava pinnotus	0,04
	palkkaus ja pinnot	0,0259
	peittava korjous	0,0018
muu pinta tyypin osuus		0,907

Hierrettyypintainen	rakennuksia	0
	osuus koko palkasta	0,000
	muu pinta tyypin osuus	1,000
	muu pinta tyypin osuus	
Vaurioluumen	Ei vaurioitu	0
	Enäkyviä vaurioita	0
	palkallisia	0
	laaja alaila	0
Korjauaave	Ei korjattavetta	0
	suojaava pinnotus	0
	palkkaus ja pinnot	0
	peittava korjous	1
muu pinta tyypin osuus		

Klinkkeripintainen	rakennuksia	0
	osuus koko palkasta	0,000
	muu pinta tyypin osuus	1,000
	muu pinta tyypin osuus	
Vaurioluumen	Ei vaurioitu	0
	Enäkyviä vaurioita	0
	palkallisia	0
	laaja alaila	0
Korjauaave	Ei korjattavetta	0
	suojaava pinnotus	0
	palkkaus ja pinnot	0
	peittava korjous	1
muu pinta tyypin osuus		

Tiili-laattapintainen	rakennuksia	17
	osuus koko palkasta	0,3953
	muu pinta tyypin osuus	0,6047
	muu pinta tyypin osuus	
Vaurioluumen	Ei vaurioitu	0,1987
	Enäkyviä vaurioita	0,1377
	palkallisia	0,0472
	laaja alaila	0,0115
Korjauaave	Ei korjattavetta	0,1987
	suojaava pinnotus	0,1377
	palkkaus ja pinnot	0,0472
	peittava korjous	0,0115
muu pinta tyypin osuus		0,6049

Harjattu maalaamaton	rakennuksia	2
	osuus koko palkasta	0,0465
	muu pinta tyypin osuus	0,9535
	muu pinta tyypin osuus	
Vaurioluumen	Ei vaurioitu	0,0117
	Enäkyviä vaurioita	0,023
	palkallisia	0,0115
	laaja alaila	0,0003
Korjauaave	Ei korjattavetta	0,0117
	suojaava pinnotus	0,023
	palkkaus ja pinnot	0,0115
	peittava korjous	0,0003
muu pinta tyypin osuus		0,9535

Valkoketopintainen	rakennuksia	0
	osuus koko palkasta	0,000
	muu pinta tyypin osuus	1,000
	muu pinta tyypin osuus	

Julkisivut

raennuksia	43	m2
osuus koko julkotista	1	55591
Elvaurioidu	0.2882	
Elmakya vaurioita	0.389	
pakkauks	0.2569	
laaja aliala	0.0657	
Elkorjaustarvetta	0.2882	321712
El suojalaminat	0.326	363907
suojaava pinnotus	0.063	70326
pakkauks ja pinnotus	0.2569	286772
peittava korjauks	0.0657	73340

tarkissusumma

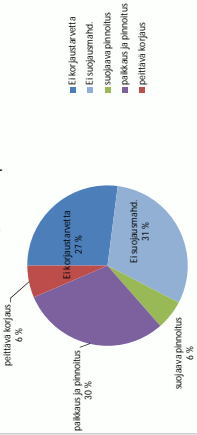
0.9998

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

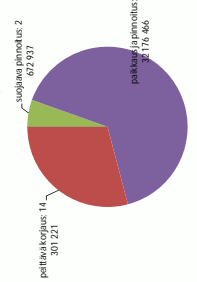
Elkorjaustarvetta	306691	0
El suojalaminat	44823	2627937
pakkauks ja pinnotus	338700	32176466
peittava korjauks	73340	14301221
JULKISIVUT YHT	478863 m2	49150625 €

43,5 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

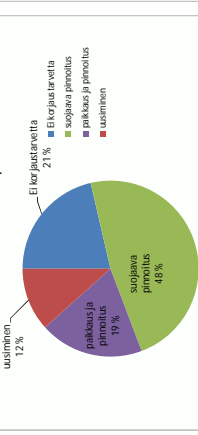
Ikumälä	1139	kpl
osuus koko julkotista	1	
Elvaurioidu	0.1959	
Elmakya vaurioita	0.4396	
pakkauks ja pinnotus	0.1375	
laaja aliala	0.1027	
Elkorjaustarvetta	0.1959	
El suojalaminat	0.4396	
suojaava pinnotus	0.1375	
pakkauks ja pinnotus	0.1027	
uusiminen	0.8757	
tarkissusumma		

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

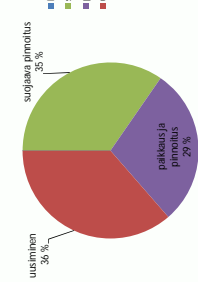
Elkorjaustarvetta	4714	0
El suojalaminat	10678	27026440
pakkauks ja pinnotus	4214	18449504
uusiminen	2573	23144267
PARVEKKEET YHT	22080 kpl	63620211 €

2881 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

raennuksia	43	m2
osuus koko julkotista	1	59274
Elvaurioidu	0.2882	
Elmakya vaurioita	0.389	
pakkauks	0.24833	
laaja aliala	0.0742	
Elkorjaustarvetta	0.2882	321712
El suojalaminat	0.326	363907
suojaava pinnotus	0.063	70326
pakkauks ja pinnotus	0.24833	277172
peittava korjauks	0.0742	82628

tarkissusumma

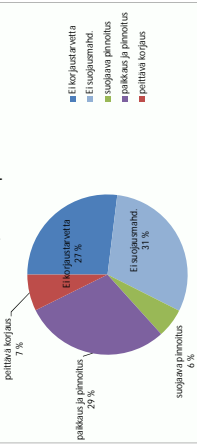
0.9997

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

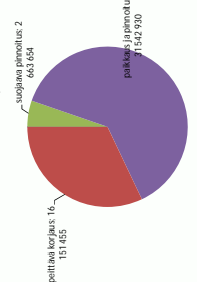
Elkorjaustarvetta	306629	0
El suojalaminat	44823	2627937
pakkauks ja pinnotus	332031	31542930
peittava korjauks	82628	16151455
JULKISIVUT YHT	481450 m2	50358039 €

44,5 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

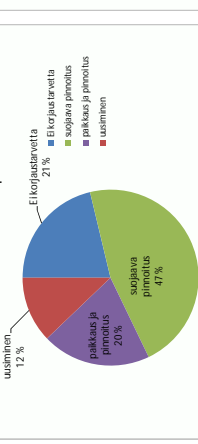
Ikumälä	1139	kpl
osuus koko julkotista	1	
Elvaurioidu	0.1957	
Elmakya vaurioita	0.4294	
pakkauks ja pinnotus	0.1073	
laaja aliala	0.1073	
Elkorjaustarvetta	0.1957	
El suojalaminat	0.4294	
suojaava pinnotus	0.1434	
pakkauks ja pinnotus	0.1073	
uusiminen	0.8758	
tarkissusumma		

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

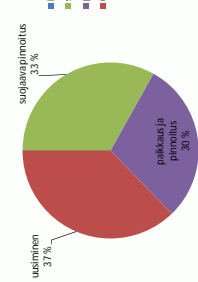
Elkorjaustarvetta	4697	0
El suojalaminat	10006	21520365
pakkauks ja pinnotus	4006	19249757
uusiminen	2489	24196807
PARVEKKEET YHT	22097 kpl	64966969 €

2940 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



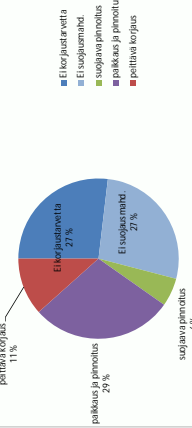
Julkisivut

raennuksia	43	m2
osuus koko julkotista	1	62512
Elvaurioituu	0.2882	
Elvaurioituu	0.3529	
Elvaurioituu	0.2409	
Elvaurioituu	0.1176	
Elvaurioituu	0.2882	
Elvaurioituu	0.292	
Elvaurioituu	0.0609	
Elvaurioituu	0.2409	
Elvaurioituu	0.1176	

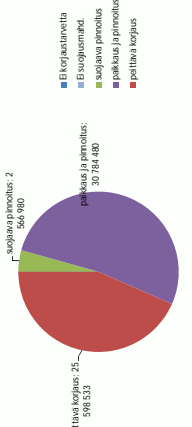
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elvaurioituu	302696	€
Elvaurioituu	0	
Elvaurioituu	2546 980	
Elvaurioituu	324047	
Elvaurioituu	30 784 480	
Elvaurioituu	25 598 533	
Elvaurioituu	131275	
Elvaurioituu	519 496	m2
Elvaurioituu	58 949 992	€
Elvaurioituu	52,1	€/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



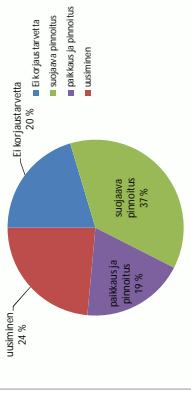
Parvekkeet

Elvaurioituu	0.1891
Elvaurioituu	0.3452
Elvaurioituu	0.2884
Elvaurioituu	0.2884
Elvaurioituu	0.1891
Elvaurioituu	0.3452
Elvaurioituu	0.1386
Elvaurioituu	0.2887
Elvaurioituu	0.8816

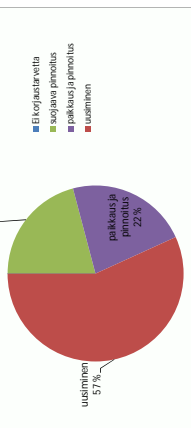
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elvaurioituu	4529	€
Elvaurioituu	0	
Elvaurioituu	17 297 876	
Elvaurioituu	8268	
Elvaurioituu	18 530 531	
Elvaurioituu	4218	
Elvaurioituu	47 068 088	
Elvaurioituu	5230	
Elvaurioituu	22244	kpl
Elvaurioituu	82 896 495	€
Elvaurioituu	3727	€/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



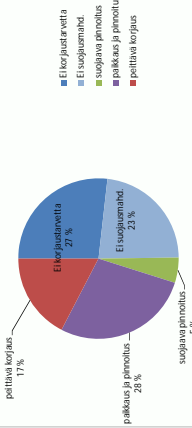
Julkisivut

raennuksia	43	m2
osuus koko julkotista	1	64409
Elvaurioituu	0.2882	
Elvaurioituu	0.3021	
Elvaurioituu	0.2334	
Elvaurioituu	0.1763	
Elvaurioituu	0.2882	
Elvaurioituu	0.2475	
Elvaurioituu	0.0546	
Elvaurioituu	0.2334	
Elvaurioituu	0.1763	

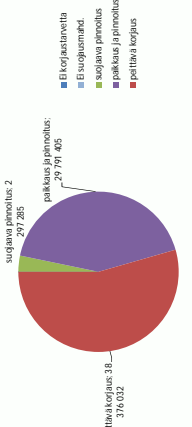
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

Elvaurioituu	302149	€
Elvaurioituu	0	
Elvaurioituu	2 297 285	
Elvaurioituu	57432	
Elvaurioituu	29 791 405	
Elvaurioituu	313594	
Elvaurioituu	38 376 032	
Elvaurioituu	196800	
Elvaurioituu	567 826	m2
Elvaurioituu	70 464 723	€
Elvaurioituu	62,3	€/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



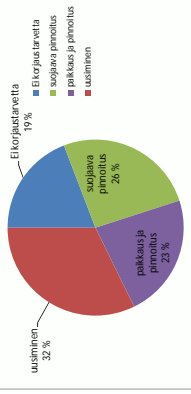
Parvekkeet

Elvaurioituu	0.1797
Elvaurioituu	0.2428
Elvaurioituu	0.176
Elvaurioituu	0.2884
Elvaurioituu	0.1797
Elvaurioituu	0.2428
Elvaurioituu	0.176
Elvaurioituu	0.2884
Elvaurioituu	0.8869

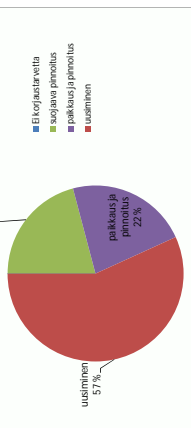
Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

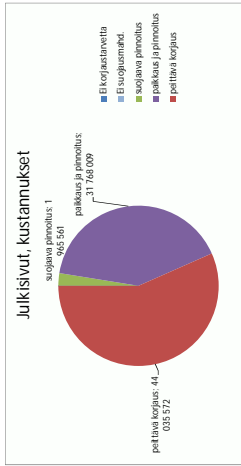
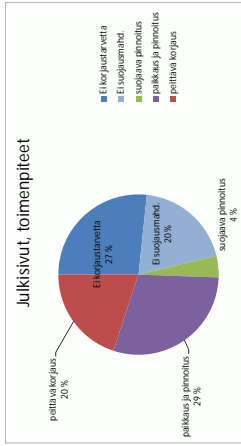
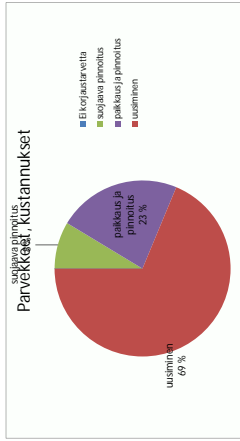
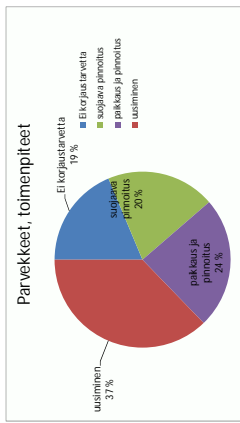
Elvaurioituu	4295	€
Elvaurioituu	0	
Elvaurioituu	12 166 111	
Elvaurioituu	5804	
Elvaurioituu	23 137 569	
Elvaurioituu	5101	
Elvaurioituu	65 049 724	
Elvaurioituu	7227	
Elvaurioituu	22427	kpl
Elvaurioituu	100 353 404	€
Elvaurioituu	4475	€/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



[illegible][illegible]

Julkisivut

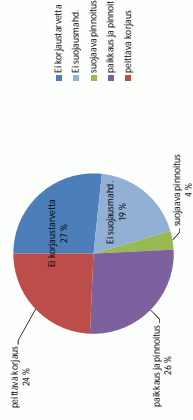
raennuksia	43	m2
osuus koko julkotä	1	69991
Elvauriddu	0.2882	
Elmakya vaurioita	0.244	
pakkaita	0.2212	
laaja alaila	0.2465	
Elkorjia tarvetta	0.2882	321712
El suojumand.	0.2035	227163
suojaava pinnotus	0.0405	45209
pakkau ja pinnotus	0.2212	246921
peittava korjus	0.2465	275163
tarkitussumma	0.9999	

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

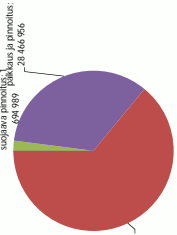
Elkorjia tarvetta	301541	€
El suojumand.	243500	0
suojaava pinnotus	1469 986	
pakkau ja pinnotus	42375	1669 986
peittava korjus	296652	28 466 956
	275163	53 656 789
JULKISVUT YHT	617 190 m2	83 818 734 €

74,1 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

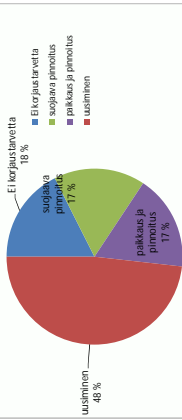
lkumäärä	1139	kpl
osuus koko julkotä	1	
Elvauriddu	0.1666	
Elmakya vaurioita	0.1595	
pakkau ja pinnotus	0.1353	
laaja alaila	0.1357	
Elkorjia tarvetta	0.1666	
El suojumand.	0.1595	
suojaava pinnotus	0.1353	
pakkau ja pinnotus	0.1357	
uusiminen	0.8971	
tarkitussumma		

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

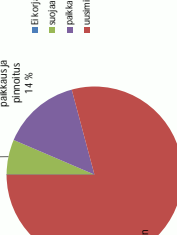
Elkorjia tarvetta	3969	€
El suojumand.	3800	7965 899
suojaava pinnotus	3959	17 836 535
pakkau ja pinnotus	10918	98 269 230
uusiminen	22646 kpl	124 107 664 €

5480 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

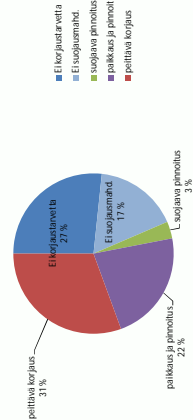
raennuksia	43	m2
osuus koko julkotä	1	71330
Elvauriddu	0.2882	
Elmakya vaurioita	0.2192	
pakkaita	0.1832	
laaja alaila	0.3096	
Elkorjia tarvetta	0.2882	321712
El suojumand.	0.1825	20321
suojaava pinnotus	0.0367	40967
pakkau ja pinnotus	0.1832	204502
peittava korjus	0.3096	345600
tarkitussumma	1.0002	

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

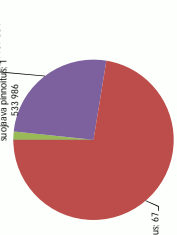
Elkorjia tarvetta	301155	€
El suojumand.	36850	0
suojaava pinnotus	1533 986	
pakkau ja pinnotus	253763	24 107 504
peittava korjus	67 392 056	67 392 056
JULKISVUT YHT	637 713 m2	93 033 546 €

82,4 €/m2

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

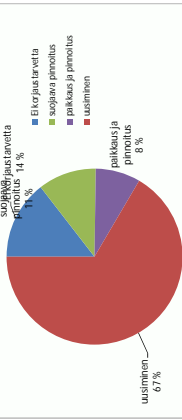
lkumäärä	1139	kpl
osuus koko julkotä	1	
Elvauriddu	0.1399	
Elmakya vaurioita	0.1036	
pakkau ja pinnotus	0.1036	
laaja alaila	0.4002	
Elkorjia tarvetta	0.1399	
suojaava pinnotus	0.1036	
pakkau ja pinnotus	0.06	
uusiminen	0.4002	
tarkitussumma	0.9137	

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

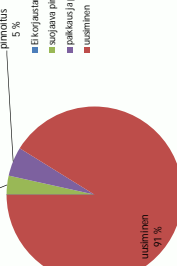
Elkorjia tarvetta	3328	€
El suojumand.	2464	5193 476
suojaava pinnotus	1889	8123 023
pakkau ja pinnotus	15290	137 617 746
uusiminen	22972 kpl	150 934 245 €

6570 €/parveke

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset





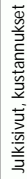


## Julkisivut

rahoituslaji	24	m2
osasto- ja palvelus	1	40095
korj. Terveystila		3.8 %
Ei vuorokautta	0.2008	
Ei vuorokautta	0.3922	
Ei vuorokautta	0.2483	
Ei vuorokautta	0.0685	
Ei vuorokautta	0.2008	
Ei vuorokautta	0.1654	
Ei vuorokautta	0.2483	
Ei vuorokautta	0.2483	
Ei vuorokautta	0.0685	
Ei vuorokautta	304834	
Ei vuorokautta	174519	
Ei vuorokautta	2483	
Ei vuorokautta	2483	
Ei vuorokautta	72277	
Yhteensä	0.9998	

Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

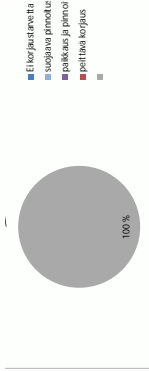
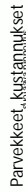
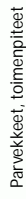
menntætt (pakkar. + korrösió)		m2	
Elkojstærveita			295174
El suojasmáld.			167888
suojajava pinnatus			230211
pakkaue ja pinnolus			299331
peittivaerjavut			72277
JULKISVUT YHT		601 819 m2	



## Parvekkeet

[illegible]Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

menpilteet (pakkasr. + korroosio)	kg
Eläinlääkkeitä	3947
Eläinlääkkeitä	10625
suojajää pinnotus	5372
pakkas ja pinnotus	4322
uudistaminen	24267 kpl
<b>PARVEKKEET YHT</b>	

PARVEK KEET

parvekkeita	70
osuus koko joukosta	0,0985
muutujen parvekkeiden osuus	0,9015

Korjaustarve  
Elkorjaustarvetta  
suojaava pinnottus  
pakkaus ja pinnottus  
uusiminen  
muiden parvekkeiden osuus

parvekkeilta  
osuus koko joukosta  
muiden parvekkeiden osuus

Korjaustarve  
Elkorjaustarvetta  
suojaava pinnottus  
paikkaus ja pinnottus  
uusimien  
muiden parvekkelden osuus

parvekkeita  
osuus koko joukosta  
muiden parvekkeiden osuus

Korjaustarve  
Elkorjaustarvetta  
suojaava pinnottus  
paikkaus ja pinnottus  
uusimhen  
muiden parvekkelden osuus

parvekkeilta  
osuus koko joukosta  
muiden parvekkeiden osuus

Korjaustarve  
Elkorjaustarvetta  
suojaava pinnottus  
paikkaus ja pinnottus  
uusiin  
muiden parvekkeiden osuus

Julkisivut

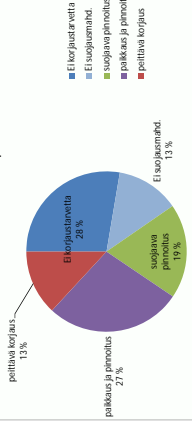
raennuksia osauskoko jakotta	24 1	m2	42100	4,0%	kar: teräsmäärä
Elvaurideu	0.2908				
Enakyyä vaurioita	0.3346				
paikatusi	0.2419				
laaja alalla	0.1326				
Elkorjaustarvetta	0.2908		306834		
El suojumand.	0.1337		141072		
suojaava pinnoitus	0.2009		211977		
paikkaus ja pinnoitus	0.2419		255237		
peittavakorjous	0.1326		139911		
tarkissusumma	0.9999				

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

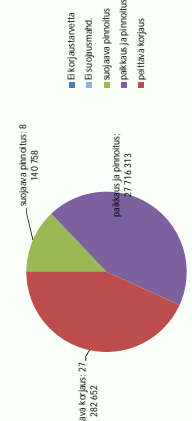
Elkorjaustarvetta	294591	€	0
El suojumand.	139911		0
suojaava pinnoitus	203519		8140758
paikkaus ja pinnoitus	297751		27716313
peittavakorjous	139911		27282652
JULKISIVUT YHT	635181 m2		63139723 €

59,3 €/m2

Julkisivut, toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

lukumäärä  
osauskoko jakotta

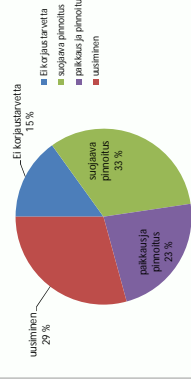
Elvaurideu	0.1435
Enakyyä vaurioita	0.3107
paikatusi	0.2419
laaja alalla	0.2656
Elkorjaustarvetta	0.1435
El suojumand.	0.3107
suojaava pinnoitus	0.1804
paikkaus ja pinnoitus	0.2656
uusiminen	0.2656
tarkissusumma	0.9002

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

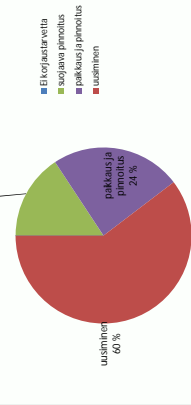
Elkorjaustarvetta	3497	€	0
El suojumand.	7982		16744990
suojaava pinnoitus	5659		25577115
paikkaus ja pinnoitus	7157		64417219
uusiminen	24484	kpl	106739324 €

4359 €/parveke

Parvekkeet, toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



Julkisivut

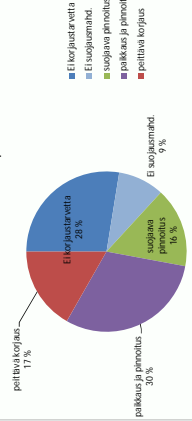
raennuksia osauskoko jakotta	24 1	m2	44527	4,2%	kar: teräsmäärä
Elvaurideu	0.2908				
Enakyyä vaurioita	0.268				
paikatusi	0.2717				
laaja alalla	0.1693				
Elkorjaustarvetta	0.2908		306834		
El suojumand.	0.0979		103298		
suojaava pinnoitus	0.1701		179479		
paikkaus ja pinnoitus	0.2717		286680		
peittavakorjous	0.1693		178635		
tarkissusumma	0.9998				

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

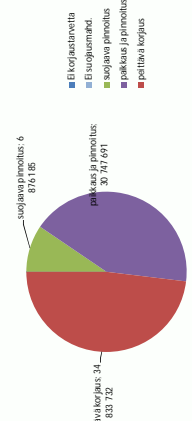
Elkorjaustarvetta	29385	€	0
El suojumand.	17863		0
suojaava pinnoitus	17905		6876185
paikkaus ja pinnoitus	32560		30747691
peittavakorjous	178635		34833732
JULKISIVUT YHT	674199 m2		72457609 €

67,9 €/m2

Julkisivut, toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



Parvekkeet

lukumäärä  
osauskoko jakotta

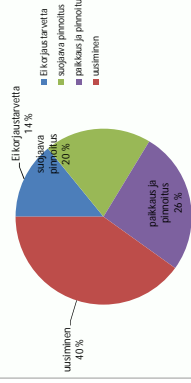
Elvaurideu	0.1358
Enakyyä vaurioita	0.1887
paikatusi	0.2717
laaja alalla	0.3676
Elkorjaustarvetta	0.1358
El suojumand.	0.1887
suojaava pinnoitus	0.2748
paikkaus ja pinnoitus	0.3676
uusiminen	0.3676
tarkissusumma	0.9069

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

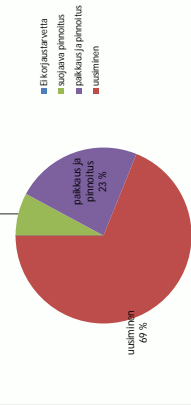
Elkorjaustarvetta	3482	€	0
El suojumand.	4838		10173931
suojaava pinnoitus	6493		30040319
paikkaus ja pinnoitus	9906		89130899
uusiminen	24719	kpl	129345149 €

5233 €/parveke

Parvekkeet, toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



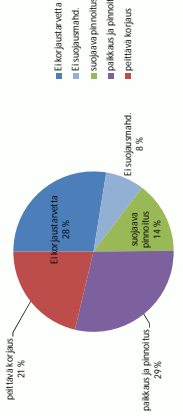
Julkisivut

raennuksia	24	m2
osuus koko julkosta	1	45582
Elvaurioidu	0.2908	
Ennakkyvaunioita	0.2058	
pakkaus	0.258	
laaja alalla	0.2153	
Elkorjastarvetta	0.2908	306834
Ei suojauamand.	0.0825	87049
suojaava pinnotus	0.1533	161752
paikkaus ja pinnotus	0.258	272225
peittava korjous	0.2153	227171
tarkissusumma	0.9999	

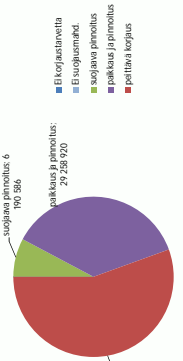
Toimenpiteet (pakksr. + korroosio)

Elkorjastarvetta	292578	€
Ei suojauamand.	0	
suojaava pinnotus	61901586	
paikkaus ja pinnotus	154265	
peittava korjous	307989	
	227171	
	44 298 302	
	689 924 m2	
	79 747 808 €	
	74.8 €/m2	

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



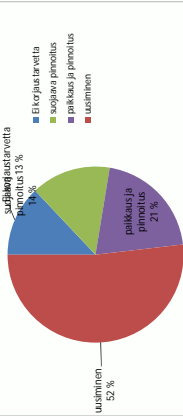
Parvekkeet

Elvaurioidu	0.126
Ennakkyvaunioita	0.142
pakkaus	0.1682
laaja alalla	0.0787
Elkorjastarvetta	0.126
suojaava pinnotus	0.142
paikkaus ja pinnotus	0.1682
usiminen	0.0787
tarkissusumma	0.9149

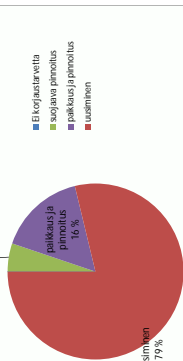
Toimenpiteet (pakksr. + korroosio)

Elkorjastarvetta	3223	kpl
Ei suojauamand.	0	
suojaava pinnotus	7647 390	
paikkaus ja pinnotus	3633	
usiminen	23 597 348	
	5127	
	12899	
	116 117 919	
	147 362 657 €	
	5922 €/parveke	

Parvekkeet toimenpiteet



Parvekkeet, kustannukset



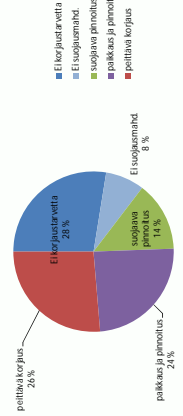
Julkisivut

raennuksia	24	m2
osuus koko julkosta	1	46426
Elvaurioidu	0.2908	
Ennakkyvaunioita	0.2307	
pakkaus	0.2126	
laaja alalla	0.2658	
Elkorjastarvetta	0.2908	306834
Ei suojauamand.	0.0825	87049
suojaava pinnotus	0.1482	156371
paikkaus ja pinnotus	0.2126	224322
peittava korjous	0.2658	280455
tarkissusumma	0.9999	

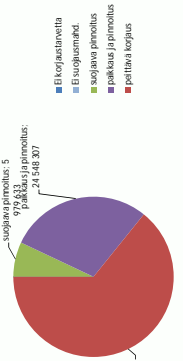
Toimenpiteet (pakksr. + korroosio)

Elkorjastarvetta	292333	€
Ei suojauamand.	0	
suojaava pinnotus	5 979 633	
paikkaus ja pinnotus	14991	
peittava korjous	258403	
	24 548 307	
	54 688 754	
	688 349 m2	
	85 216 694 €	
	80.0 €/m2	

Julkisivut toimenpiteet



Julkisivut, kustannukset



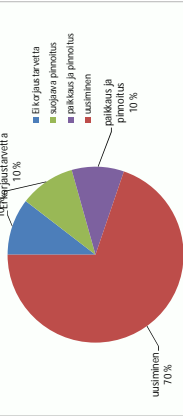
Parvekkeet

Elvaurioidu	0.1029
Ennakkyvaunioita	0.1005
pakkaus	0.0623
laaja alalla	0.0623
Elkorjastarvetta	0.1029
suojaava pinnotus	0.1005
paikkaus ja pinnotus	0.0753
usiminen	0.0623
tarkissusumma	0.931

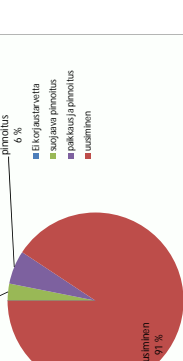
Toimenpiteet (pakksr. + korroosio)

Elkorjastarvetta	2629	kpl
Ei suojauamand.	0	
suojaava pinnotus	5 414 696	
paikkaus ja pinnotus	2568	
usiminen	2419	
	10 757 211	
	17577	
	188 197 121	
	174 369 028 €	
	6921 €/parveke	

Parvekkeet toimenpiteet

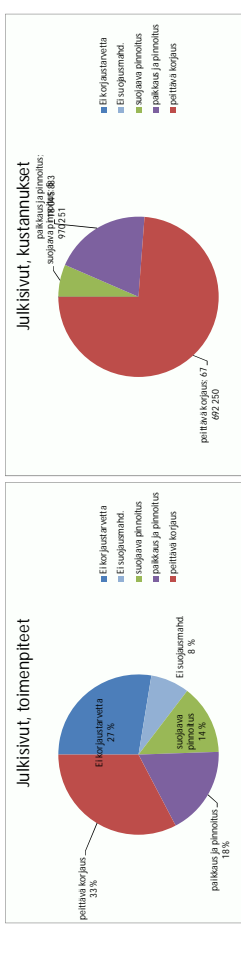


Parvekkeet, kustannukset

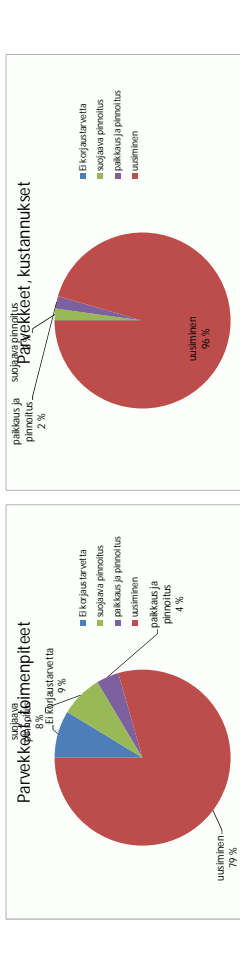


YHTEENAIKAINEN PÄÄKÄSÄPÄÄTÄMINEN	2040	KORROOSIO
-------------------------------------	------	-----------

Julkisivut		24	1						
raennuksia	osuus koko julkisista								
Ei varustettu	ei varustettu	0,2908							
varustettu	varustettu	0,0055							
osuuksia	osuuksia	0,1995							
paikkaita	paikkaita	0,329							
laaja alus	laaja alus								
Ei koijastavetta	Ei koijastavetta	0,2908							
Ei suojamuuria	Ei suojamuuria	0,0055							
suojamuuria	suojamuuria	0,1995							
paikkane ja pinnollus	paikkane ja pinnollus	0,329							
pellittavaksi	pellittavaksi								
summa	summa								
toimenpiteet	toimenpiteet								
korroosio	korroosio								
Ei koijastavetta	Ei koijastavetta	292873							
korroosio	korroosio	0							
suojamuuria	suojamuuria	149256							
paikkane ja pinnollus	paikkane ja pinnollus	189957							
pellittavaksi	pellittavaksi	347140							
JULKISIVUT YHT	JULKISIVUT YHT	686 553	m2						
toimenpiteet	toimenpiteet	91 708 384	€						
korroosio	korroosio	86 3	€/m2						



Palvelukset		711							
kumarsää									
osuus koko joukosta		1							
Eivaurioitu							0,867		
Erinäkyviä vaurioita							0,077		
pakallista							0,0288		
laaja-alaista							0,7502		
Eläinjalustavilta							0,867		
suojajona pinnottus							0,077		
palkkaus ja pännolluus							0,0288		
usiintuminen							0,7502		
tarkitussumma							0,9427		
Toimenpiteet (pakkas- + korroosio)	kpl						€		
korroosiosuojauksen kassa-							0		
korroosiosuojauksen pinnottus							4 152 737		
pakkasen ja pännollisuuden siirtämisen							4 339 692		
YHTÄKÄN							18 947 075		
PARVEKKEET YHT							25 445	kpl	
							190 419 504	€	7484 €/parveke



## Julkisivut

[illegible]

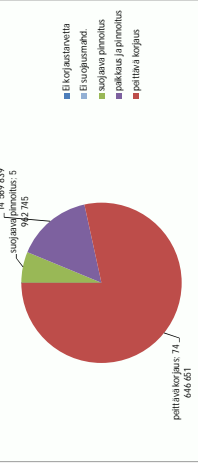
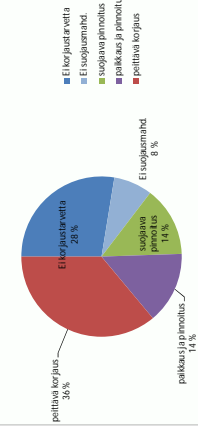
0.9999

## Toimenpiteet (pakkasr. + korroosio)

m2	€	
292504	0	
82984	0	
149089	5 962 745	
153367	14 569 839	
362803	74 646 651	
685 239 m2	95 179 236 €	89,7 €/m2

35 239 m2

89,7 €/m2



## Parvekkeet

711  
1

luomamateria  
osuuksia koto puolesta

Ei vuoroidu  
Ei näkelyä vuorista  
Ei näkelyä pakkauksesta  
laaja alustala

Ei korjausasetella  
suojalava pinnoitus  
pakkaus ja pinnoitus  
uusimien

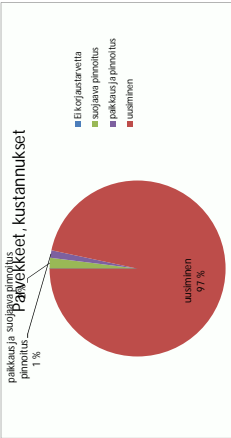
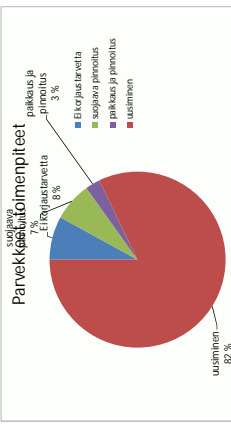
tarkistussumma

0.9464

Toimenpiteet (pakasr. + korroosio)

kpl	2038	0
	1814	3 840 501
	703	2 649 262
	20973	188 721 135
	25528 kpl	195 210 898 €
		7647 €/parveke

7647 €/parveke



## **LIITE 2: ENNAKOINTISOVELLUKSEN PÄIVITYSOSAN LÄHDEKODI**

## LIITE 2. Ennakointisovelluksen päivitysosan lähdekoodi

```

Sub Aluearvio()
' Aliohjelma, joka laskee automaattisesti useasta pintatyyppistä ja rakennusvuodesta
' koostuvan rakennusjoukon PAKKASRAPAUTUMAN ja RAUDOITTEIDEN KORROOSION tilanteen.

Dim i As Integer ' Jokapainan looppimuuttuja
Dim j As Integer ' jokapainan looppimuuttuja 2
Dim k As Integer ' jokapainan looppimuuttuja 3
Dim sarake As String ' tietoja luettaessa tallennetaan sarakkeen kirjain tähän
Dim sarake2(1 To 36) As String ' kehittyneempi systeemi sarakkeen kirjaimelle korroosio puolella

' Lähtötietojen tallentamiseen tarvittavat muuttujat
Dim alue_pt(1 To 9) As Currency ' Taulukkomuuttuja pintatyyppien jakaumalle
' 1 = pesubetoni, 2 = muottipintainen maalattu, 3 = muottipintainen maalaamaton
' 4 = harjattu maalattu, 5 = hierretty maalattu, 6 = klinkkeri, 7 = tiililaatta
' 8 = harjattu maalaamaton, 9 = valkobetoni

Dim alue_rv(1 To 7) As Currency ' Taulukkomuuttuja rakennusvuosien jakaumalle
' 1 = 1965-1969, 2 = 1970-1974, 3 = 1975-1979, 4 = 1980-1984, 5 = 1985-1989
' 6 = 1990-1994, 7 = 1995-1999

Dim alue(1 To 9, 1 To 7) As Single ' alueen ikä ja pintatyyppijakauma

Dim parvekkeet(1 To 7) As Single ' Taulukkomuuttuja rakennusvuosien jakaumalle parvekkeissa
' 1 = 1965-1969, 2 = 1970-1974, 3 = 1975-1979, 4 = 1980-1984, 5 = 1985-1989
' 6 = 1990-1994, 7 = 1995-1999

Dim lkm_rak As Single ' rakennusten kokonaisuus
Dim lkm_parv As Single ' parvekkeiden kokonaisuus
Dim Ajulk As Single ' julkisivujen kokonaisala [m2]
Dim hinnat(1 To 5) As Single ' Malliin syötetyt korjaushinnat syötetään tähän

' Pakkasrapautumisen laskentaan tarvittavat muuttujat
Dim pr_ei(1 To 10) As Variant ' Ei korjattavaa 1-9 pintatyyppiä
Dim pr_einak(1 To 10) As Variant ' Ei vielä näkyviä pakkasvaurioita 1-9 pintatyyppiä
Dim pr_palki(1 To 10) As Variant ' paikalliset pakkasvauriot 1-9 pintatyyppiä
Dim pr_laaja(1 To 10) As Variant ' Laaja-alaiset pakkasvauriot 1-9 pintatyyppiä
Dim pr_kustannus(1 To 9, 1 To 3) As Variant ' Kustannukset, rivit 1-9 pintatyyppiä, sarakkeet 1-3 eri vauriot

' Korroosion laskentaan tarvittavat muuttujat
Dim korr_verkko(1 To 11) As Variant
Dim korr_piel(1 To 11) As Variant
Dim verkko_suhde As Single
Dim piel_suhde As Single

' Kootaan alueen pintatyyppit ja rakennusvuodet samaan taulukkomuuttujaan
For i = 1 To 9
    For j = 1 To 7
        If j = 1 Then sarake = "X" ' tää on vaikeeta, mutta täytyy tunnistaa mikä sarakkeen
        If j = 2 Then sarake = "Y" ' kirjaintunnus on milloinkin käytössä
        If j = 3 Then sarake = "Z"
        If j = 4 Then sarake = "AA"
        If j = 5 Then sarake = "AB"
        If j = 6 Then sarake = "AC"
        If j = 7 Then sarake = "AD"
        alue(i, j) = Range(sarake & i + 4).Value
    Next j
Next i

' Kootaan parvekkeiden rakennusvuodet samaan taulukkomuuttujaan
For j = 1 To 7
    If j = 1 Then sarake = "X"
    If j = 2 Then sarake = "Y"
    If j = 3 Then sarake = "Z"
    If j = 4 Then sarake = "AA"
    If j = 5 Then sarake = "AB"
    If j = 6 Then sarake = "AC"
    If j = 7 Then sarake = "AD"
    parvekkeet(j) = Range(sarake & 15).Value
Next j

' Korjaushintojen tallennus muuttujiin
With Worksheets("aloi tussivu")
    hinnat(1) = .Range("S30").Value
    hinnat(2) = .Range("S31").Value
    hinnat(3) = .Range("S" & 31 + Worksheets("ohjelman_muuttujat").Range("A76").Value).Value
End With

' Tallennetaan vielä rakennusten ja parvekkeiden kokonaisuus muuttujaan
With Worksheets("aluearvio")
    lkm_rak = .Range("X18")
    lkm_parv = .Range("X19")
    Ajulk = lkm_rak * .Range("X21").Value ' rakennusten lkm x yhden rakennuksen keskim. j-m2
End With

' Kuinka suuri osuus pieli ja verkkoraudotus on julkisivuneliöstä
' Perustuu dppatyössä esitettyyn laskentaan
verkko_suhde = 1 ' verkkoa kaikkialla
piel_suhde = 0.71 * 0.48 + 0.29 * 0.26 ' (arvo 0.41) piilet 20cm kaistalla,
' ruutu/umpi erimäärät pieliä ja ruutu/umpi suhde kerrostalossa

' Testitulostus rakennusjoukon pintatyyppi-ikamatriisista
For i = 1 To 9
    For j = 1 To 7
        If j = 1 Then sarake = "X"
        If j = 2 Then sarake = "Y"
        If j = 3 Then sarake = "Z"
        If j = 4 Then sarake = "AA"
        If j = 5 Then sarake = "AB"
        If j = 6 Then sarake = "AC"
        If j = 7 Then sarake = "AD"
    
```



```

Range(sarake & i + 16).Value = alue(i, j)
Next j
Next i

-----
PAKKASRAPAUTUMAN osuuksi en laskenta julkisivuille
luoppaa ikäkaudet ja jokaisen ikäkauden sisällä pintatyytit läpi
yhden ikäkauden sisällä tallennetaan muuttujiin rapautuman tiedot, ja tulostetaan excel taulukkoon
ja siirrytään seuraavaan ikäluokkaan
-----
For j = 1 To 6 ' ikäkaudet
Worksheets("ohjelman_muuttujat").Range("A54").Value = 1967 + (j - 1) * 5 ' Vuosiluvun asetus oikeaksi

For i = 1 To 9 ' pintatyytit
Worksheets("aluearviointi").Range("B32").Value = "Pakkasrapautumien, " & _
(1967 + (j - 1) * 5) - 2 & "-" & (1967 + (j - 1) * 5) + 2 & ", " & _
Pintatyyppi(i) ' Tulostaa tiedon laskennan kulusta

With Worksheets("laskenta_pakkasr")
If i = 1 Then ' Pesubetoni
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S49").Value * alue(i, j)
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S50").Value *
.Range("W50").Value * alue(i, j)
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_paikall(i) = "Ei tulosta" Else pr_paikall(i) = .Range("S50").Value *
.Range("W51").Value * alue(i, j)
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S50").Value *
.Range("W52").Value * alue(i, j)
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = 0 * pr_ei_nak(i) *
A_julk * hinnat(1)
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_paikall(i) *
A_julk * hinnat(2)
If .Range("D53").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
A_julk * hinnat(3)
End If
If i = 2 Then ' muottip, maalattu
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S39").Value * alue(i, j)
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S40").Value *
.Range("W40").Value * alue(i, j)
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_paikall(i) = "Ei tulosta" Else pr_paikall(i) = .Range("S40").Value *
.Range("W41").Value * alue(i, j)
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S40").Value *
.Range("W42").Value * alue(i, j)
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = pr_ei_nak(i) *
A_julk * hinnat(1)
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_paikall(i) *
A_julk * hinnat(2)
If .Range("D43").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
A_julk * hinnat(3)
End If
If i = 3 Then ' muottip, maalaamaton
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S29").Value * alue(i, j)
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S30").Value *
.Range("W30").Value * alue(i, j)
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_paikall(i) = "Ei tulosta" Else pr_paikall(i) = .Range("S30").Value *
.Range("W31").Value * alue(i, j)
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S30").Value *
.Range("W32").Value * alue(i, j)
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = pr_ei_nak(i) *
A_julk * hinnat(1)
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_paikall(i) *
A_julk * hinnat(2)
If .Range("D33").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
A_julk * hinnat(3)
End If
If i = 4 Then ' harjattu, maalattu
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S19").Value * alue(i, j)
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S20").Value *
.Range("W20").Value * alue(i, j)
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_paikall(i) = "Ei tulosta" Else pr_paikall(i) = .Range("S20").Value *
.Range("W21").Value * alue(i, j)
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S20").Value *
.Range("W22").Value * alue(i, j)
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = pr_ei_nak(i) *
A_julk * hinnat(1)
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_paikall(i) *
A_julk * hinnat(2)
If .Range("D23").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
A_julk * hinnat(3)
End If
If i = 5 Then ' hierretty
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S59").Value * alue(i, j)
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S60").Value *
.Range("W60").Value * alue(i, j)
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_paikall(i) = "Ei tulosta" Else pr_paikall(i) = .Range("S60").Value *
.Range("W61").Value * alue(i, j)
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S60").Value *
.Range("W62").Value * alue(i, j)
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = pr_ei_nak(i) *
A_julk * hinnat(1)
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_paikall(i) *
A_julk * hinnat(2)
If .Range("D63").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
A_julk * hinnat(3)
End If
If i = 6 Then ' klinkkeri
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S69").Value * alue(i, j)
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S70").Value *
.Range("W70").Value * alue(i, j)
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_paikall(i) = "Ei tulosta" Else pr_paikall(i) = .Range("S70").Value *
.Range("W71").Value * alue(i, j)
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S70").Value *
.Range("W72").Value * alue(i, j)
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = 0 * pr_ei_nak(i) *
A_julk * hinnat(1)
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_paikall(i) *
A_julk * hinnat(2)
If .Range("D73").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
A_julk * hinnat(3)
End If

```

```

    If i = 7 Then ' tiillilaatta
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S79").Value * alue(i, j)
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S80").Value *
    .Range("W80").Value * alue(i, j)
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) = .Range("S80").Value *
    .Range("W81").Value * alue(i, j)
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S80").Value *
    .Range("W82").Value * alue(i, j)
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = 0 * pr_ei_nak(i) *
    A_jul_k * hinnat(1)
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_pai_kall(i) *
    A_jul_k * hinnat(2)
        If .Range("D83").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
    A_jul_k * hinnat(3)
    End If
    If i = 8 Then ' harjattu maalaamaton
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S8").Value * alue(i, j)
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S9").Value *
    .Range("W9").Value * alue(i, j)
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) = .Range("S9").Value *
    .Range("W10").Value * alue(i, j)
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S9").Value *
    .Range("W11").Value * alue(i, j)
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = pr_ei_nak(i) *
    A_jul_k * hinnat(1)
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_pai_kall(i) *
    A_jul_k * hinnat(2)
        If .Range("D12").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
    A_jul_k * hinnat(3)
    End If
    If i = 9 Then ' valkobetoni
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) = .Range("S89").Value * alue(i, j)
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) = .Range("S90").Value *
    .Range("W90").Value * alue(i, j)
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) = .Range("S90").Value *
    .Range("W91").Value * alue(i, j)
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) = .Range("S90").Value *
    .Range("W92").Value * alue(i, j)
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 1) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 1) = pr_ei_nak(i) *
    A_jul_k * hinnat(1)
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 2) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 2) = pr_pai_kall(i) *
    A_jul_k * hinnat(2)
        If .Range("D93").Value = 0 Then pr_kustannus(i, 3) = "Ei tulosta" Else pr_kustannus(i, 3) = pr_laaja(i) *
    A_jul_k * hinnat(3)
    End If
    End With
Next i

For i = 1 To 9 ' Printataan laskentatulokset excelin sivulle "aluearvio"
    With Worksheets("aluearvio")
        .Range("Y" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_ei(i), 4)
        .Range("AA" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_ei_nak(i), 4)
        .Range("AB" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_pai_kall(i), 4)
        .Range("AC" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_laaja(i), 4)

        .Range("AE" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = 0
        .Range("AG" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_kustannus(i, 1), 0)
        .Range("AH" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_kustannus(i, 2), 0)
        .Range("AI" & 39 + (14 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_kustannus(i, 3), 0)
    End With
Next i

Next j

' Pakkasrapautuma parvekkeille
For j = 1 To 6 ' Kuinka monta viiden vuoden jaksoa käydään läpi ks. muuttujan "parvekkeet" määrittely
    Worksheets("ohjelman_muuttujat").Range("A54").Value = 1967 + (j - 1) * 5 ' Vuosiluvun asetus oikeaksi
    For i = 1 To 5
        Worksheets("aluearvio").Range("B32").Value = "Pakkasrapautumien, " & _
        (1967 + (j - 1) * 5) - 2 & "-" & (1967 + (j - 1) * 5) + 2 & _
        ", Parvekkeet", Tulostaa tiedon laskennan tulusta
        If i = 1 Then ' parvekepieli
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S99").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S100").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W100").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S100").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W101").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S100").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W102").Value * parvekkeet(j)
        End If
        If i = 2 Then ' parvekekaiide
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S109").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S110").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W110").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S110").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W111").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S110").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W112").Value * parvekkeet(j)
        End If
        If i = 3 Then ' parvekelaaatta
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S119").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S120").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W120").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S120").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W121").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("S120").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("W122").Value * parvekkeet(j)
        End If
        If i = 4 Then ' koko parveke
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 _
            Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 _
            Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_ei(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei(i) =
        Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AD102").Value * parvekkeet(j)
            If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 _
            Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 _

```

```

        Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_ei_nak(i) = "Ei tulosta" Else pr_ei_nak(i) =
Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AC105").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AE110").Value *
parvekkeet(j)
        If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 _
        Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 _
        Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_pai_kall(i) = "Ei tulosta" Else pr_pai_kall(i) =
Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AC105").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AE114").Value *
parvekkeet(j)
        If Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D103").Value = 0 _
        Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D113").Value = 0 _
        Or Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("D123").Value = 0 Then pr_laaja(i) = "Ei tulosta" Else pr_laaja(i) =
Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AC105").Value * Worksheets("laskenta_pakkasr").Range("AE118").Value *
parvekkeet(j)
    End If
    If i = 5 Then ' koko parvekkeen kustannukset
    With Worksheets("laskenta_pakkasr")
        If .Range("D103").Value = 0 Or .Range("D113").Value = 0 Or .Range("D123").Value = 0 Then
            pr_kustannus(1, 1) = "Ei tulosta" And pr_kustannus(1, 2) = "Ei tulosta" And pr_kustannus(1, 3) = "Ei tulosta"
        Else: pr_kustannus(1, 1) = lkm_parv * Worksheets("aloi_tussi_vu").Range("S36").Value * .Range("AC105").Value *
.Range("AE110").Value * parvekkeet(j)
            pr_kustannus(1, 2) = lkm_parv * Worksheets("aloi_tussi_vu").Range("S37").Value * .Range("AC105").Value *
.Range("AE114").Value * parvekkeet(j)
            pr_kustannus(1, 3) = lkm_parv * Worksheets("aloi_tussi_vu").Range("S38").Value * .Range("AC105").Value *
.Range("AE118").Value * parvekkeet(j)
        End If
    End With
    End If
Next i

For i = 1 To 4 ' tulostetaan tietoja
    With Worksheets("aluearvi_o")
        .Range("Y" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_ei(i), 4)
        .Range("AA" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_ei_nak(i), 4)
        .Range("AB" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_pai_kall(i), 4)
        .Range("AC" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i - 1)).Value = tulosta(pr_laaja(i), 4)
        If i = 4 Then .Range("AA" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i)).Value = tulosta(pr_kustannus(1, 1), 0)
        If i = 4 Then .Range("AB" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i)).Value = tulosta(pr_kustannus(1, 2), 0)
        If i = 4 Then .Range("AC" & 127 + (6 * (j - 1)) + (i)).Value = tulosta(pr_kustannus(1, 3), 0)
    End With
Next i

Next j
MsgBox ("Pai_kalliset: " & Worksheets("aluearvi_o").Range("I" & 3 + (j - 1)).Value & Chr(13) & Chr(13) & _
"Pesub: " & tulosta(pr_pai_kall(1)) & Chr(13) & "Muottip, mttu: " & tulosta(pr_pai_kall(2)) & Chr(13) & _
"Muottip, mton: " & tulosta(pr_pai_kall(3)) & Chr(13) & "Hrj, mttu: " & tulosta(pr_pai_kall(4)) & Chr(13) & _
"
"Hierretty: " & tulosta(pr_pai_kall(5)) & Chr(13) & "Klinkkeri: " & tulosta(pr_pai_kall(6)) & Chr(13) & _
"Tiilii: " & tulosta(pr_pai_kall(7)) & Chr(13) & "Hrj, mton: " & tulosta(pr_pai_kall(8)) & Chr(13) & _
Val_kob: " & tulosta(pr_pai_kall(9)) & Chr(13) & Chr(13) & _
"Laaja-alaiset: " & Worksheets("aluearvi_o").Range("I" & 3 + (j - 1)).Value & Chr(13) & Chr(13) & _
"Pesub: " & pr_laaja(1) & Chr(13) & "Muottip, mttu: " & pr_laaja(2) & Chr(13) & _
"Muottip, mton: " & pr_laaja(3) & Chr(13) & "Hrj, mttu: " & pr_laaja(4) & Chr(13) & _
"Hierretty: " & pr_laaja(5) & Chr(13) & "Klinkkeri: " & pr_laaja(6) & Chr(13) & _
"Tiilii: " & pr_laaja(7) & Chr(13) & "Hrj, mton: " & pr_laaja(8) & Chr(13) & "Val_kob: " & pr_laaja(9) &
Chr(13) & Chr(13))

'
' vbCrLf on rivinvaihtofunktio (carriage return ja line feed)
Dim loki_teksti As String
loki_teksti = "tähän voi tulostaa laskentalokia"

' Tulostetaan välituloksia laskentalokiin
With Worksheets("Aluearvi_o").Shapes.AddShape(msoShapeRectangle, _
10, 550, 510, 140).TextFrame
    .Characters.Text = "Laskentaloki, " & vbCrLf & vbCrLf & loki_teksti
    .HorizontalAlignment = xlLeft
    .VerticalAlignment = xlTop
    .MarginBottom = 10
    .MarginLeft = 10
    .MarginRight = 10
    .MarginTop = 10
End With

'
'-----
' RAUDOITTEIDEN KORROOSION osuiksi en laskenta JULKISIVUILLE
' luoppaa ikäkaudet ja jokaisen ikäkauden sisällä pintatyytit läpi
' yhden ikäkauden sisällä tallennetaan muuttujiin rapautuman tiedot, ja tulostetaan excel taulukkoon
' ja siirrytään seuraavaan ikäluokkaan
'-----
sarake2(1) = "A": sarake2(2) = "B": sarake2(3) = "C": sarake2(4) = "D": sarake2(5) = "E": sarake2(6) = "F"
sarake2(7) = "G": sarake2(8) = "H": sarake2(9) = "I": sarake2(10) = "J": sarake2(11) = "K": sarake2(12) = "L"
sarake2(13) = "M": sarake2(14) = "N": sarake2(15) = "O": sarake2(16) = "P": sarake2(17) = "Q": sarake2(18) = "R"
sarake2(19) = "S": sarake2(20) = "T": sarake2(21) = "U": sarake2(22) = "V": sarake2(23) = "W": sarake2(24) = "X"
sarake2(25) = "Y": sarake2(26) = "Z": sarake2(27) = "AA": sarake2(28) = "AB": sarake2(29) = "AC": sarake2(30) = "AD"
sarake2(31) = "AE": sarake2(32) = "AF": sarake2(33) = "AG": sarake2(34) = "AH": sarake2(35) = "AI": sarake2(36) = "AJ"

For j = 1 To 6 ' ikäkaudet
    Worksheets("ohjelman_muuttujat").Range("A54").Value = 1967 + (j - 1) * 5 ' Vuosi luvun asetus oi keaksi
    For i = 1 To 12
        Worksheets("aluearvi_o").Range("B32").Value = "Raud. korroosio, " & _
(1967 + (j - 1) * 5) - 2 & "-" & (1967 + (j - 1) * 5) + 2 & ", " & _
Pintatyyppi(i) ' Tulostaa tiedon laskennan kulusta
        With Worksheets("laskenta_pei_tepaks")
            If i = 1 Then ' Pesubetoni
                For k = 1 To 11
                    If .Range(sarake2(k + 2) & 50).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tulosta" Else korr_verkko(k) =
.Range(sarake2(k + 2) & 50).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
                    If .Range(sarake2(k + 2) & 51).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel(i, k) = "Ei tulosta" Else korr_piel(i, k) =
.Range(sarake2(k + 2) & 51).Value * alue(i, j) * piel_i_suhde
                Next k
            End If
            If i = 2 Then ' Muottip, maallattu
                For k = 1 To 11
                    If .Range(sarake2(k + 2) & 40).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tulosta" Else korr_verkko(k) =
.Range(sarake2(k + 2) & 40).Value * alue(i, j) * verkko_suhde

```

```

        If .Range(sarake2(k + 2) & 41).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 41).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
    Next k
End If
If i = 3 Then ' Muottip, maalaamaton
    For k = 1 To 11
        If .Range(sarake2(k + 2) & 30).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 30).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
        If .Range(sarake2(k + 2) & 31).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 31).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
        Next k
    End If
    If i = 4 Then ' Harjattu, maalattu
        For k = 1 To 11
            If .Range(sarake2(k + 2) & 20).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 20).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
            If .Range(sarake2(k + 2) & 21).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 21).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
            Next k
        End If
        If i = 5 Then ' Hierretty
            For k = 1 To 11
                If .Range(sarake2(k + 2) & 60).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 60).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
                If .Range(sarake2(k + 2) & 61).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 61).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
                Next k
            End If
            If i = 6 Then ' klinkkeri
                For k = 1 To 11
                    If .Range(sarake2(k + 2) & 70).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 70).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
                    If .Range(sarake2(k + 2) & 71).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 71).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
                    Next k
                End If
                If i = 7 Then ' tiililaatta
                    For k = 1 To 11
                        If .Range(sarake2(k + 2) & 80).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 80).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
                        If .Range(sarake2(k + 2) & 81).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 81).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
                        Next k
                    End If
                    If i = 8 Then ' harjattu, maalaamaton
                        For k = 1 To 11
                            If .Range(sarake2(k + 2) & 10).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 10).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
                            If .Range(sarake2(k + 2) & 11).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 11).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
                            Next k
                        End If
                        If i = 9 Then ' Val kobetoni
                            For k = 1 To 11
                                If .Range(sarake2(k + 2) & 90).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 90).Value * alue(i, j) * verkko_suhde
                                If .Range(sarake2(k + 2) & 91).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 91).Value * alue(i, j) * piel i_suhde
                                Next k
                            End If
                            If i = 10 Then ' Parvekepiel i
                                For k = 1 To 11
                                    If .Range(sarake2(k + 2) & 100).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 100).Value * parvekkeet(j) * piel i_terakset
                                    Next k
                                End If
                                If i = 11 Then ' Parvekekai de
                                    For k = 1 To 11
                                        If .Range(sarake2(k + 2) & 110).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 110).Value * parvekkeet(j) * ul kopinta verkko
                                        If .Range(sarake2(k + 2) & 111).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 111).Value * parvekkeet(j) * si sapi nta verkko
                                        Next k
                                    End If
                                    If i = 12 Then ' Parvekel aatta
                                        For k = 1 To 11
                                            If .Range(sarake2(k + 2) & 122).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_verkko(k) = "Ei tul osta" Else korr_verkko(k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 122).Value * parvekkeet(j) * al apinta verkko
                                            If .Range(sarake2(k + 2) & 123).Value = "Ei TULOSTA" Then korr_piel i (k) = "Ei tul osta" Else korr_piel i (k) =
    .Range(sarake2(k + 2) & 123).Value * parvekkeet(j) * yl apinta verkko
                                            Next k
                                        End If
                                    End If
                                End If
                            End If
                        End If
                    End If
                End If
            End If
        End If
    End If
End With

' Tul ostetaan tiedot taulukoon
With Worksheets("Al uearvi o")
    If i < 10 Then
        For k = 1 To 11
            .Range(sarake2(k + 25) & 167 + (i - 1) * 2 + (j - 1) * 19).Value = tul osta(korr_verkko(k), 4)
            .Range(sarake2(k + 25) & 168 + (i - 1) * 2 + (j - 1) * 19).Value = tul osta(korr_piel i (k), 4)
        Next k
    End If
    If i > 9 Then
        For k = 1 To 11
            .Range(sarake2(22) & 293 + (j - 1) * 7).Value = (1967 + (j - 1) * 5) - 2 & "-" & (1967 + (j - 1) * 5) + 2
            .Range(sarake2(24) & 293 + (i - 10) * 2 + (j - 1) * 7).Value = Pintatyyp pi (i)
            .Range(sarake2(k + 25) & 293 + (i - 10) * 2 + (j - 1) * 7).Value = tul osta(korr_verkko(k), 4)
            .Range(sarake2(k + 25) & 294 + (i - 10) * 2 + (j - 1) * 7).Value = tul osta(korr_piel i (k), 4)
        Next k
    End If
End With
Next i
Next j

```

korroosi osummaus

MsgBox ("Laskenta on valmis")

```
End Sub
Sub korroosiosummaus()
' Summataa valmistusvuositaitin ja pintatyypeittäin yhteenveto riippuen myös paikkaussyvyydestä.
```

```
Dim vali As String
Dim sum6569, sum7074, sum7579, sum8084, sum8589, sum9094 As String
Dim sumpb, summttu, sumhmtu, sumhmtu, sumhi, sumkli, sumtii, sumhmtu, sumv As String
Dim sumpie, sumlaayp, sumlaaap, sumkaiup, sumkaisp, pieli, laatta, kaide As Double
```

```
With Worksheets("aluearvi")
If .Range("AC18").Value = 1 Then vali = "0-4 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:Z184)": sum7074 = "=SUM(Z186:Z203)": sum7579 = "=SUM(Z205:Z222)": sum8084 = "=SUM(Z224:Z241)": sum8589 = "=SUM(Z243:Z260)": sum9094 = "=SUM(Z262:Z279)"
If .Range("AC18").Value = 2 Then vali = "5-9 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AA184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AA203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AA222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AA241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AA260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AA279)"
If .Range("AC18").Value = 3 Then vali = "10-14 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AB184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AB203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AB222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AB241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AB260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AB279)"
If .Range("AC18").Value = 4 Then vali = "15-19 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AC184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AC203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AC222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AC241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AC260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AC279)"
If .Range("AC18").Value = 5 Then vali = "20-24 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AD184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AD203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AD222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AD241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AD260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AD279)"
If .Range("AC18").Value = 6 Then vali = "25-29 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AE184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AE203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AE222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AE241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AE260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AE279)"
If .Range("AC18").Value = 7 Then vali = "30-34 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AF184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AF203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AF222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AF241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AF260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AF279)"
If .Range("AC18").Value = 8 Then vali = "35-39 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AG184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AG203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AG222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AG241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AG260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AG279)"
If .Range("AC18").Value = 9 Then vali = "40-44 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AH184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AH203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AH222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AH241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AH260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AH279)"
If .Range("AC18").Value = 10 Then vali = "45-49 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AI184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AI203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AI222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AI241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AI260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AI279)"
If .Range("AC18").Value = 11 Then vali = ">=50 mm": sum6569 = "=SUM(Z167:AJ184)": sum7074 = "=SUM(Z186:AJ203)": sum7579 = "=SUM(Z205:AJ222)": sum8084 = "=SUM(Z224:AJ241)": sum8589 = "=SUM(Z243:AJ260)": sum9094 = "=SUM(Z262:AJ279)"
```

```
.Range("D266").Value = vali ' Tieto syvyydestä
.Range("D269").Value = sum6569 'summa 1965-1969
.Range("D270").Value = sum7074 'summa 1970-1974
.Range("D271").Value = sum7579 'summa 1975-1979
.Range("D272").Value = sum8084 'summa 1980-1984
.Range("D273").Value = sum8589 'summa 1985-1989
.Range("D274").Value = sum9094 'summa 1990-1994
```

```
If .Range("AC18").Value = 1 Then vali = "0-4 mm": sumpb = "=SUM(Z282:Z282)": summttu = "=SUM(Z283:Z283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:Z284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:Z285)": sumhi = "=SUM(Z286:Z286)": sumkli = "=SUM(Z287:Z287)": sumtii = "=SUM(Z288:Z288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:Z289)": sumv = "=SUM(Z290:Z290)"
If .Range("AC18").Value = 2 Then vali = "5-9 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AA282)": summttu = "=SUM(Z283:AA283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AA284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AA285)": sumhi = "=SUM(Z286:AA286)": sumkli = "=SUM(Z287:AA287)": sumtii = "=SUM(Z288:AA288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AA289)": sumv = "=SUM(Z290:AA290)"
If .Range("AC18").Value = 3 Then vali = "10-14 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AB282)": summttu = "=SUM(Z283:AB283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AB284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AB285)": sumhi = "=SUM(Z286:AB286)": sumkli = "=SUM(Z287:AB287)": sumtii = "=SUM(Z288:AB288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AB289)": sumv = "=SUM(Z290:AB290)"
If .Range("AC18").Value = 4 Then vali = "15-19 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AC282)": summttu = "=SUM(Z283:AC283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AC284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AC285)": sumhi = "=SUM(Z286:AC286)": sumkli = "=SUM(Z287:AC287)": sumtii = "=SUM(Z288:AC288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AC289)": sumv = "=SUM(Z290:AC290)"
If .Range("AC18").Value = 5 Then vali = "20-24 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AD282)": summttu = "=SUM(Z283:AD283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AD284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AD285)": sumhi = "=SUM(Z286:AD286)": sumkli = "=SUM(Z287:AD287)": sumtii = "=SUM(Z288:AD288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AD289)": sumv = "=SUM(Z290:AD290)"
If .Range("AC18").Value = 6 Then vali = "25-29 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AE282)": summttu = "=SUM(Z283:AE283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AE284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AE285)": sumhi = "=SUM(Z286:AE286)": sumkli = "=SUM(Z287:AE287)": sumtii = "=SUM(Z288:AE288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AE289)": sumv = "=SUM(Z290:AE290)"
If .Range("AC18").Value = 7 Then vali = "30-34 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AF282)": summttu = "=SUM(Z283:AF283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AF284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AF285)": sumhi = "=SUM(Z286:AF286)": sumkli = "=SUM(Z287:AF287)": sumtii = "=SUM(Z288:AF288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AF289)": sumv = "=SUM(Z290:AF290)"
If .Range("AC18").Value = 8 Then vali = "35-39 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AG282)": summttu = "=SUM(Z283:AG283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AG284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AG285)": sumhi = "=SUM(Z286:AG286)": sumkli = "=SUM(Z287:AG287)": sumtii = "=SUM(Z288:AG288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AG289)": sumv = "=SUM(Z290:AG290)"
If .Range("AC18").Value = 9 Then vali = "40-44 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AH282)": summttu = "=SUM(Z283:AH283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AH284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AH285)": sumhi = "=SUM(Z286:AH286)": sumkli = "=SUM(Z287:AH287)": sumtii = "=SUM(Z288:AH288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AH289)": sumv = "=SUM(Z290:AH290)"
If .Range("AC18").Value = 10 Then vali = "45-49 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AI282)": summttu = "=SUM(Z283:AI283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AI284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AI285)": sumhi = "=SUM(Z286:AI286)": sumkli = "=SUM(Z287:AI287)": sumtii = "=SUM(Z288:AI288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AI289)": sumv = "=SUM(Z290:AI290)"
If .Range("AC18").Value = 11 Then vali = ">=50 mm": sumpb = "=SUM(Z282:AJ282)": summttu = "=SUM(Z283:AJ283)": sumhmtu = "=SUM(Z284:AJ284)": sumhmtu = "=SUM(Z285:AJ285)": sumhi = "=SUM(Z286:AJ286)": sumkli = "=SUM(Z287:AJ287)": sumtii = "=SUM(Z288:AJ288)": sumhmtu = "=SUM(Z289:AJ289)": sumv = "=SUM(Z290:AJ290)"
```

```
.Range("D266").Value = vali ' Tieto syvyydestä
.Range("D280").Value = sumpb 'summa pesub
.Range("D281").Value = summttu 'summa muottip, maalattu
.Range("D282").Value = sumhmtu 'summa muottip, maalaamaton
.Range("D283").Value = sumhmtu 'summa harjattu, maalattu
.Range("D284").Value = sumhi 'summa hierretty
.Range("D285").Value = sumkli 'summa klinkkeri
.Range("D286").Value = sumtii 'summa tiililaatta
.Range("D287").Value = sumhmtu 'summa harjattu, maalaamaton
.Range("D288").Value = sumv 'summa valkobetoni
```

' Täytyy kertoa erikseen parvekkeen osan pinta-alalla ja sen jälkeen kaikki yhdessä parvekkeiden määrällä

```
If .Range("AC18").Value = 1 Then vali = "0-4 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:Z298)": sum7074 = "=SUM(Z301:Z305)": sum7579 = "=SUM(Z308:Z312)": sum8084 = "=SUM(Z315:Z319)": sum8589 = "=SUM(Z322:Z326)": sum9094 = "=SUM(Z329:Z333)"
If .Range("AC18").Value = 2 Then vali = "5-9 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AA298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AA305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AA312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AA319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AA326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AA333)"
If .Range("AC18").Value = 3 Then vali = "10-14 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AB298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AB305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AB312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AB319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AB326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AB333)"
If .Range("AC18").Value = 4 Then vali = "15-19 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AC298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AC305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AC312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AC319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AC326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AC333)"
If .Range("AC18").Value = 5 Then vali = "20-24 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AD298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AD305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AD312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AD319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AD326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AD333)"
If .Range("AC18").Value = 6 Then vali = "25-29 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AE298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AE305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AE312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AE319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AE326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AE333)"
If .Range("AC18").Value = 7 Then vali = "30-34 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AF298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AF305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AF312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AF319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AF326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AF333)"
If .Range("AC18").Value = 8 Then vali = "35-39 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AG298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AG305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AG312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AG319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AG326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AG333)"
If .Range("AC18").Value = 9 Then vali = "40-44 mm": sum6569 = "=SUM(Z294:AH298)": sum7074 = "=SUM(Z301:AH305)": sum7579 = "=SUM(Z308:AH312)": sum8084 = "=SUM(Z315:AH319)": sum8589 = "=SUM(Z322:AH326)": sum9094 = "=SUM(Z329:AH333)"
```

```

If .Range("AC18").Value = 10 Then vali = "45-49 mm": sum6569 = "=SUM(Z294: AI 298)": sum7074 = "=SUM(Z301: AI 305)":
sum7579 = "=SUM(Z308: AI 312)": sum8084 = "=SUM(Z315: AI 319)": sum8589 = "=SUM(Z322: AI 326)": sum9094 = "=SUM(Z329: AI 333)":
If .Range("AC18").Value = 11 Then vali = ">=50 mm": sum6569 = "=SUM(Z294: AJ298)": sum7074 = "=SUM(Z301: AJ305)":
sum7579 = "=SUM(Z308: AJ312)": sum8084 = "=SUM(Z315: AJ319)": sum8589 = "=SUM(Z322: AJ326)": sum9094 = "=SUM(Z329: AJ333)"

.Range("D302").Value = vali ' Tieto syvyydestä
.Range("D305").Value = sum6569 ' summa 1965-1969
.Range("D306").Value = sum7074 ' summa 1970-1974
.Range("D307").Value = sum7579 ' summa 1975-1979
.Range("D308").Value = sum8084 ' summa 1980-1984
.Range("D309").Value = sum8589 ' summa 1985-1989
.Range("D310").Value = sum9094 ' summa 1990-1994

If .Range("AC18").Value = 1 Then
vali = "0-4 mm"
sumpie = .Range("Z336")
sumkai up = .Range("Z337")
sumkai sp = .Range("Z338")
suml aap = .Range("Z339")
suml aayp = .Range("Z340")
End If
If .Range("AC18").Value = 2 Then
vali = "5-9 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340")
End If
If .Range("AC18").Value = 3 Then
vali = "10-14 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336") + .Range("AB336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337") + .Range("AB337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338") + .Range("AB338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339") + .Range("AB339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340") + .Range("AB340")
End If
If .Range("AC18").Value = 4 Then
vali = "15-19 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336") + .Range("AB336") + .Range("AC336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337") + .Range("AB337") + .Range("AC337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338") + .Range("AB338") + .Range("AC338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339") + .Range("AB339") + .Range("AC339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340") + .Range("AB340") + .Range("AC340")
End If
If .Range("AC18").Value = 5 Then
vali = "20-24 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336") + .Range("AB336") + .Range("AC336") + .Range("AD336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337") + .Range("AB337") + .Range("AC337") + .Range("AD337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338") + .Range("AB338") + .Range("AC338") + .Range("AD338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339") + .Range("AB339") + .Range("AC339") + .Range("AD339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340") + .Range("AB340") + .Range("AC340") + .Range("AD340")
End If
If .Range("AC18").Value = 6 Then
vali = "25-29 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336") + .Range("AB336") + .Range("AC336") + .Range("AD336") + .Range("AE336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337") + .Range("AB337") + .Range("AC337") + .Range("AD337") +
.Range("AE337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338") + .Range("AB338") + .Range("AC338") + .Range("AD338") +
.Range("AE338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339") + .Range("AB339") + .Range("AC339") + .Range("AD339") +
.Range("AE339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340") + .Range("AB340") + .Range("AC340") + .Range("AD340") +
.Range("AE340")
End If
If .Range("AC18").Value = 7 Then
vali = "30-34 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336") + .Range("AB336") + .Range("AC336") + .Range("AD336") + .Range("AE336")
+ .Range("AF336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337") + .Range("AB337") + .Range("AC337") + .Range("AD337") +
.Range("AE337") + .Range("AF337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338") + .Range("AB338") + .Range("AC338") + .Range("AD338") +
.Range("AE338") + .Range("AF338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339") + .Range("AB339") + .Range("AC339") + .Range("AD339") +
.Range("AE339") + .Range("AF339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340") + .Range("AB340") + .Range("AC340") + .Range("AD340") +
.Range("AE340") + .Range("AF340")
End If
If .Range("AC18").Value = 8 Then
vali = "35-39 mm"
sumpie = .Range("Z336") + .Range("AA336") + .Range("AB336") + .Range("AC336") + .Range("AD336") + .Range("AE336")
+ .Range("AF336") + .Range("AG336")
sumkai up = .Range("Z337") + .Range("AA337") + .Range("AB337") + .Range("AC337") + .Range("AD337") +
.Range("AE337") + .Range("AF337") + .Range("AG337")
sumkai sp = .Range("Z338") + .Range("AA338") + .Range("AB338") + .Range("AC338") + .Range("AD338") +
.Range("AE338") + .Range("AF338") + .Range("AG338")
suml aap = .Range("Z339") + .Range("AA339") + .Range("AB339") + .Range("AC339") + .Range("AD339") +
.Range("AE339") + .Range("AF339") + .Range("AG339")
suml aayp = .Range("Z340") + .Range("AA340") + .Range("AB340") + .Range("AC340") + .Range("AD340") +
.Range("AE340") + .Range("AF340") + .Range("AG340")
End If

.Range("D316").Value = sumpie ' summa pieli
.Range("D317").Value = sumkai up + sumkai sp ' summa laatta
.Range("D318").Value = suml aap + suml aayp ' summa kalde

.Range("F316").Value = sumpie * (2 * 0.2 * 1.9 + 2 * 0.2 * 2.8 - 4 * 0.2 * 0.2) * .Range("X19").Value ' X19 on
parvekkeiden määrä
.Range("F317").Value = sumkai up * (0.9 * 4) + sumkai sp * (0.9 * 4) * .Range("X19").Value
.Range("F318").Value = suml aap * (0) + suml aayp * (1.9 * 4) * .Range("X19").Value

End With

End Sub
Function Pintatyyppi(a) As String
If a = 1 Then Pintatyyppi = "pesubetoni"
If a = 2 Then Pintatyyppi = "muottip_maalattu"

```

```
If a = 3 Then Pintatyyppi = "muottip_maal_aamaton"
If a = 4 Then Pintatyyppi = "harjattu_maalattu"
If a = 5 Then Pintatyyppi = "hierretty_maalattu"
If a = 6 Then Pintatyyppi = "klinkkeri"
If a = 7 Then Pintatyyppi = "tiililaatta"
If a = 8 Then Pintatyyppi = "harjattu_maal_aamaton"
If a = 9 Then Pintatyyppi = "valkobetoni"

If a = 10 Then Pintatyyppi = "Parvekkeet,pieli"
If a = 11 Then Pintatyyppi = "Parvekkeet,kaide"
If a = 12 Then Pintatyyppi = "Parvekkeet,laatta"
```

```
End Function
Function tulosta(a, b) As Variant
    On Error Resume Next: tulosta = "Ei tulosta"
    ' If a <> "" Then tulosta = "Ei tulosta"
    tulosta = Round(a, b)
End Function
```